

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-005463

(43)Date of publication of application : 10.01.1995

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

G02B 5/02

G09F 9/00

(21)Application number : 05-168376

(71)Applicant : DAINIPPON PRINTING CO LTD

(22)Date of filing : 16.06.1993

(72)Inventor : TAKEUCHI MICHIO
NISHIO TOSHIKAZU
MASUBUCHI NOBORU

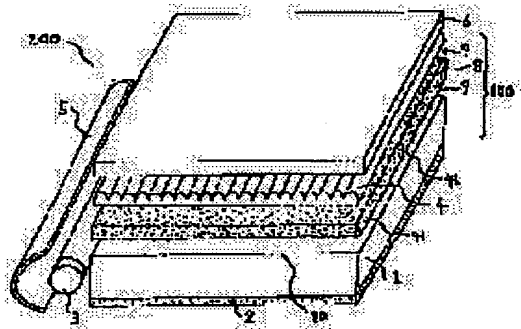
(54) SURFACE LIGHT SOURCE AND DISPLAY DEVICE USING THE SAME

(57)Abstract:

PURPOSE: To uniformly emit high-luminance light only within a desired angle range and preclude dispersion in the luminance by specifying an array of elliptic cylindrical unit lenses of a lenticular lens sheet, etc.

CONSTITUTION: Irreducible constitution includes a light guide plate 1, a linear or spot light source 3, a light reflecting layer 2 on the reverse surface of the light guide plate 1, and the lens sheet 4 installed on the opposite surface of the light guide plate 1 to the light reflecting layer 2. In this case, the lens sheet 4 in use is an elliptic cylindrical lenticular lens. Namely, the lens sheet is a cylindrical lens group (what is called a lenticular lens) formed by arraying elliptic cylindrical convex unit lenses adjacently so that their ridge directions are made parallel, and the major axis direction of the ellipse is faced in the normal direction of the lens sheet 4, where, $1.40 \leq \text{refractive index} \leq 1.60$ and $1.20 \leq \text{major axis/minor axis} \leq 2.00$, and $0.10 \leq \text{cut quantity/major axis} \leq 0.50$ holds for the cut quantity

(length along the major axis and refractive index of elliptic cylindrical unit lens) of the lenticular lens sheet.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 18.06.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The transparent material which consists of a translucency plate or a rectangular parallelepiped-like cavity. The line light source or the point light source of a side edge side of the transparent material adjoined and prepared in the whole surface at least. The light reflex layer on the aforementioned rear face of a transparent material. The concave by which the laminating was carried out on the light-emission side on the aforementioned front face of a transparent material, or the lenticular-sheet lens sheet of a convex. Are the surface light source equipped with the above, and many aforementioned lenticular-sheet lens sheets arrange and come in a flat surface, as the direction of a ridgeline becomes parallel mutually about an elliptic-cylinder unit lens. As for this elliptic-cylinder unit lens, the direction of a major axis has turned to the direction of a normal of a light-emission side. It is characterized by being a $1.40 \leq \text{refractive-index} \leq 1.60$, $1.20 \leq \text{major axis} / \text{minor-axis} \leq 2.00$, and the amounts of cuts (length in alignment with the major axis of an elliptic-cylinder unit lens) and refractive indexes of a lenticular-sheet lens sheet being the amount of $0.10 \leq \text{cuts} / \text{major-axis} \leq 0.50$.

[Claim 2] The surface light source according to claim 1 characterized by carrying out the laminating of the optical diffusion sheet between the opposite side of the lens side of the aforementioned lenticular-sheet lens sheet, and a transparent material.

[Claim 3] It is the surface light source according to claim 2 to which the aforementioned optical diffusion sheet has random minute irregularity on one [at least] front face, and the aforementioned minute irregularity side is characterized by for surface roughness being 100 micrometers or less more than the wavelength of light source light, and the surface roughness on the front face of a light guide plate being below the wavelength of light source light.

[Claim 4] Display characterized by coming to carry out the laminating of the penetrated type display device on the light-emission side of the surface light source of a claim 1 – a claim 3.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention is useful about the surface light source which used the lenticular-sheet lens to the back light of penetrated type display, such as a liquid crystal display, a lighting advertisement, a traffic sign, etc. this invention also indicates penetrated type display, such as a liquid crystal display which used the **** surface light source as a source of a back light.

[0002]

[Description of the Prior Art] The thing of the edge light method which made the transparent material a translucency plate like ** drawing 17 as the surface light source for the back lights of a liquid crystal display (LCD) is known. In such the surface light source, incidence of the light is carried out from the both sides or one side of a side edge side of the transparent material which consists of a transparent parallel plate, the total reflection inside a translucency plate is used, **** propagation of the light is carried out throughout a light guide plate, and the diffused light is emitted for a part of the spread light from the diffuse reflection light of under a critical angle, nothing, and a light guide plate front face by the light-scattering reflecting plate on the rear face of a transparent material. (JP,55-162201,U) .

** the lens sheet with which it has the salient of a triangular prism type lenticular-sheet lens in a field, and while [like drawing 18] made another field the smooth side — the light guide plate front-face top of the surface light source of ** — a salient side — a top — carrying out — piling up — an optical convergence operation of a lens — using — angle within the limits of a request of the diffusion synchrotron orbital radiation — homogeneity — you can make it spread isotropic (JP,4-107201,U) When using it combining a lusterless transparent diffusion board (lusterless transparent sheet), rather than what used only the lusterless transparent diffusion board (U.S. Pat. No. 4729067), this lens sheet was able to be preponderantly distributed to angle within the limits to which the request of the light energy of the light source was restricted, and was able to acquire the isotropic uniform high diffused light by the angle within the limits.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] however, in the Prior art mentioned above, in ** which formed the light-scattering board in the transparent material rear face, discharge light will carry out a comparatively sharp distribution with a peak of the angle of 60 degrees to the direction of a normal on the front face of a transparent material, the brightness of the direction of a normal which needs light most will be insufficient for it, and a light energy will dissipate in a slanting longitudinal direction moreover — Prior-art ** — the triangular prism type lenticular-sheet lens sheet on the light-emission side of a transparent material — discharge light — refraction convergence **** — although the light-energy ratio emitted by things in the angle of 30 degrees - 60 degrees with a peak of the direction of a normal of a light-emission side became high, generating, then the fault to say tended (the direction of slant) to have separated [the peak (side lobe) of discharge light] from a normal like drawing 14 by one side For this reason, the loss light which does not still contribute to an observer remains. Moreover, this side lobe is radiating an unnecessary noise light on the circumference and was inconvenient. furthermore —

the luminance distribution in a discharge side — anticipation — being contrary — 2–4cm from the light guide plate side edge section — until — although it was high brightness, when it kept away more than it, it turns out that the problem which says that brightness is conspicuous at the edge of the light source and an opposite side by falling gradually, and becomes dark is also produced

[0004] The attempt which the light-scattering layer on the rear face of a transparent material is made [attempt] into the shape of a pattern, such as a half tone dot, and makes area of the pattern so large [it is so small that the light source is approached, and] that it keeps away from the light source like ** JP,1-245220,A that these faults should be improved, and makes the luminance distribution in a surface of light-guard plate amend and equalize.

** The attempt which the light source is arranged [attempt] to two or more places of the side edge section of a light guide plate, and makes them amend and equalize the luminance distribution in a surface of light-guard plate like JP,3-9306,A.

** — it was difficult for each ** to equalize brightness completely, and it had in ** the fault to which there is a fault in which a half tone dot is conspicuous in a light-scattering layer, and the space of the light source and power consumption become more than double precision from a light-emission side side by **

[0005] The purpose of this invention is offering the display which used the surface light source which can obtain field luminescence, and its surface light source, without solving the above-mentioned technical problem, carrying out homogeneity and high brightness luminescence only to desired angle within the limits, and there being also no variation in the brightness by the place in a light-emission side, and increasing power consumption and calorific value in that case.

[0006]

[Means for Solving the Problem] The above-mentioned purpose is attained by the following this inventions. Namely, the transparent material which consists of a translucency (claim 1) plate or a rectangular parallelepiped-like cavity, The line light source or the point light source of the side edge side of the transparent material adjoined and prepared in the whole surface at least, It is the surface light source which serves as a light reflex layer on the aforementioned rear face of a transparent material from the concave by which the laminating was carried out on the light-emission side on the aforementioned front face of a transparent material, or the lenticular-sheet lens sheet of a convex. Many aforementioned lenticular-sheet lens sheets arrange and come in a flat surface, as the direction of a ridgeline becomes parallel mutually about an elliptic-cylinder unit lens. As for this elliptic-cylinder unit lens, the direction of a major axis has turned to the direction of a normal of a light-emission side. The surface light source characterized by being a $1.40 \leq \text{refractive-index} \leq 1.60$, $1.20 \leq \text{major axis} / \text{minor-axis} \leq 2.00$, and the amounts of cuts (length in alignment with the major axis of an elliptic-cylinder unit lens) and refractive indexes of a lenticular-sheet lens sheet being the amount of $0.10 \leq \text{cuts} / \text{major-axis} \leq 0.50$.

(Claim 2) The surface light source according to claim 1 characterized by carrying out the laminating of the optical diffusion sheet between the opposite side of the lens side of the aforementioned lenticular-sheet lens sheet, and a transparent material.

(Claim 3) It is the surface light source according to claim 2 to which the aforementioned optical diffusion sheet has random minute irregularity on one [at least] front face, and the aforementioned minute irregularity side is characterized by for surface roughness being 100 micrometers or less more than the wavelength of light source light, and the surface roughness on the front face of a light guide plate being below the wavelength of light source light.

(Claim 4) Display characterized by coming to carry out the laminating of the penetrated type display device on the light-emission side of the surface light source of a claim 1 – a claim 3.

[0007] The surface light source of this invention and the display using it have composition shown with the perspective diagram of drawing 1 . The line or the punctiform light source 3 adjoined and installed in at least one place of a light guide plate 1 and its side edge section, the light reflex layer 2 of the rear face of a light guide plate, and the light reflex layer of a light guide plate make the lens sheet 4 installed in the opposite side with minimum composition. Usually, the light source light reflex mirror 5 and the whole are contained to these, and a receipt housing (not shown), a power supply (not shown), etc. which used the light-emission side as the aperture

accompany them.

[0008] The opposite side 10 of the light reflex layer of a light guide plate 1 is a smooth flat surface, and makes below the wavelength of light source light to surface roughness (measured by the ten-point average of roughness height Rz of JIS-B -0601 etc.). Usually, the light source is a visible ray, and since the wavelength is 0.4–0.8 micrometers, surface roughness may be 0.4 micrometers or less. What is necessary is just to use the precision polish currently performed by the heat press of technique well-known as the method of making granularity of this level, for example, a mirror-plane board, injection molding using the form of mirror-plane nature, casting (casting) fabrication, the optical lens, etc.

[0009] The lens sheet 4 used by this invention is an elliptic-cylinder lenticular-sheet lens. Namely, it is the pillar-shaped lens group (the so-called lenticular-sheet lens) which the direction of a ridgeline is made parallel, and it adjoins [group] and makes it come like drawing 2 (A) to arrange the elliptic-cylinder-like convex unit lens 42, and the direction of a major axis of an ellipse is suitable in the direction of a normal of the lens sheet 4. And as a degree of flatness of an ellipse, it is the formula of an ellipse. $X^2/a^2 + Y^2/b^2 = 1$ Formula (1)

However, a is minor-axis length, b is major-axis length, and it is $a < b$. When it carries out, supposing the ratio of a major axis / minor-axis $= b/a$, and the amount D of cuts and major-axis length, i.e., cut ratio D/d , uses the matter of refractive-index $= 1.5$ by acrylic resin $b/a = 1.85$ $D/d = 0.35$ Formula (2)

Carrying out is desirable. As a reason for designing an ellipse in this way, there are few side lobes, the use efficiency of a light energy was good, and this invention person was variously confirmed for a diffusion angle becoming sharp and being able to obtain the high brightness in the direction of a normal of a light-emission side after research.

[0010] Even if **** (2) to some shift, while there are few the differences, they can acquire the property that it is almost near in the case of a formula (2). When it was less than the range of a formula (3) as a result of examination, compared with the case of only the mere optical diffusibility film 8, it was proved once that good light-energy use efficiency, a sharp diffusion angle, and the high direction brightness of a normal could be obtained.

$1.20 \leq b/a \leq 2.00$ $0.10 \leq D/b \leq 0.50$ $1.40 \leq n \leq 1.60$ (n; refractive index) Formula (3)

[0011] In addition, although this unit lens has a good convex lens like drawing 2 (A), a concave lens like drawing 2 (B) is sufficient as it. The meaning and the reason limited in this way of the optimal range of these numeric values are explained.

(1) Although it is about b/a first, synthesize and determine the following conditions.

(i) If the main cutting plane configuration generally makes the direction (Lin) of beam-of-light incidence the ellipse made in agreement with the direction of a major axis, about the thing parallel to a major axis b among the beams of light which carry out incidence to each unit lens, it is known that spherical aberration will be suppressed, as illustrated by (A) of drawing 3, and (B). That is, when a perfect circle pillar lenticular-sheet lens is used like drawing 3 (A) and drawing 4 (A), even if you are going to make it condense discharge light in the predetermined diffusion angle theta using a condensing operation of a lens, the light which actually condenses to Focus F is only the paraxial ray LN near a lens center, and the other beams of light LF swerve from a focus, and become dissipation light (the so-called spherical aberration). Under the present circumstances, the beam of light LF which shifted the focus will dissipate out of the predetermined angle theta, and will become loss of light, and an unnecessary noise light. The geometrical optics-conditions for making spherical aberration of a lenticular-sheet lens into the minimum are between the oblateness e of the ellipse of a cross section (the main cutting plane) and the refractive indexes n of lens material which go to the ridgeline of a lenticular-sheet lens direct. $n = 1/e$ Formula (4)

***** should just be realized. Moreover, oblateness e uses length 2b of the major axis of this ellipse, and length 2a of a minor axis. $e^2 = (b^2 - a^2) / b^2$ Formula (5)

It can write. Therefore, optimum conditions that of spherical aberration lost from a formula (1) and a formula (5) A major axis/minor axis $= 2b/2a = b/a = n / (n^2 - 1)^{1/2}$ Formula (6)

For example, supposing it uses the matter of refractive-index $= 1.5$ by acrylic resin, spherical aberration will disappear from a formula (6) at the time of a major axis / minor-axis $= 1.34$.

However, zero are made to the minimum, although the light energy which deviates from the predetermined diffusion angle θ does not become, since a part of beam of light from which a direction swerves by the optical diffusion by the optical diffusion layer 8 grade between the optical diffuse reflection layer 2 on the rear face of a light guide plate, a light guide plate, and a lens sheet, refraction, etc. arises in fact. In fact, even if it shifts from the aforementioned optimum value a little, the convergence nature of light gives a good result extremely, without falling. It is decided that to which range it is good fills other conditions (ii) and (iii).

[0012] (ii) The focal distance f of a convex lens (the same is said of concave lens) is proportional to the radius of curvature of a lens side mostly. Therefore, the radius of curvature on the front face of a lens (especially lens point) decreases, and it can make a diffusion angle θ (angle of visibility) extended more greatly (if [the refractive index n of a lens, and the repeat period P of a unit lens] fixed), so that the major axis / minor-axis ratio b/a of an ellipse become large, as shown in a formula (7). Usually, as an object for the sources of a back light of a liquid crystal display element, a diffusion angle is designed at about 30 – 60 degrees. b/a and D/b which fulfill these conditions are chosen.

(iii) If b/a (and D/b) sharpens not much greatly in case a lens is actually manufactured even though it processes a direct transparent base material with cutting, a press, etc., or even though it fabricates metal mold and roll intaglio printing first and processes a transparent base material by the pressing method, the casting method, etc. based on it, it will be hard coming to process it. Therefore, the upper limit of b/a becomes about 2.0 (about [1.0 or less still more preferably / an upper limit of D/b like / And it / In addition / the after-mentioned / $D/b \leq$] 0.5) from fabricating-operation nature generally.

[0013] (2) Although it is next cut ratio D/b , it is made to penetrate among the beams of light which carry out the grazing incidence force to a lens sheet from the (i) light guide plate, and optimizing distribution with the amount which should be used as a discharge light, and the amount which should be made to feed back to a light guide plate side by total reflection, and should be reused in somewhere else is determined. At the time of within the limits of the aforementioned b/a , the experiment showed that the brightness in a diffusion angle α rose as D/b became large. However, for the moment, the mechanism of action is unknown. And it turns out that it falls to brightness equivalent to the edge light type surface light source which is $D/b=0.1$ and put only the lusterless bright film on the light guide plate front face which is the conventional technology when the lens sheet of $1.20 \leq b/a \leq 2.00$ is carried on a light guide plate and the edge light type surface light source is formed. Therefore, it needs to be referred to as $D/b \geq 0.1$. It takes for enlarging cut ratio D/b , and output light serves as a single peak response which made the summit the direction of a normal of the surface light source, and, in direction brightness of normal $I(0)$, a diffusion angle α converges highly so that drawing 7 (c) may also show. Moreover, $D/b >$ It becomes impossible for it to become impossible to disregard the influence of the emission light L_{div} which carried out incidence the ellipse side low section P_e and near P_e above critical angle θ_{tac} , and shifted from the normal of the surface light source greatly as shown in drawing 7 (B) or drawing 8 (B), and for this to be able to serve as side-lobe light, to maintain a predetermined diffusion angle from per 0.5, and to reduce loss of a light energy. It takes for approaching about $D/b=1.0$ especially, and the influence of a ratio is conspicuous. When shown as a relation $I(\theta)$ with the angle θ from the normal of the surface light source of the brightness of discharge light ($-90 \leq \theta \leq +90$), **** or 3 crest property, and a bird clapper understand $I(\theta)$ by the side-lobe light L_{div} like drawing 7 (D). $D/b \leq 1.0$ [therefore,] — it needs to be more preferably referred to as $D/b \leq 0.5$

(ii) — again — processing of a lens — or [that there is no cutter which a demand in the configuration of the point of cutters (a byte, mill, etc.) sharpens too much keenly even when the valley between adjoining lenses will become narrow and it will carry out direct cutting polish of the transparent base material, if $D/b=1.0$ (let the upper half of an ellipse be a unit lens) is approached even if it says, since proper, and fills a demand] — or it is hard coming to process $D/b >$ Since there is the undercut section when it comes to 1.0, processing is very difficult. Moreover, when fabricating a transparent base material by the pressing method and the casting method using metal mold, it is necessary to be $D/b > 1.0$.

(i) of the above conditions (1) (ii) (iii) and (i) of (2) The conditions with which (ii) is filled are conditions of a formula (3).

[0014] (A) of drawing 7 is drawing showing the position of the total reflection critical point P_c in the lenticular-sheet lens of this invention, and tracing of a beam of light, and the amount D of cuts of (B) is large, and it is drawing showing tracing of a beam of light in case the total reflection critical point P_c is included in the lenticular-sheet lens. Although L_{div} appears in tracing of a beam of light in (B), it does not appear in (A).

[0015] (A) of drawing 8 is drawing drawn in quest of tracing of a beam of light when a diffused-light line carries out incidence to the lenticular-sheet lens ($b/a=1.80$, $D/b=0.22$) of this invention by computer simulation, and (B) asks for tracing of a beam of light when a diffused-light line carries out incidence to the lenticular-sheet lens ($b/a=1.80$, $D/b=0.83$) with which the total reflection critical point P_c is greatly included for the amount D of cuts similarly. In (A) of drawing 8, after tracing of the beam of light which carried out total reflection repeats total reflection 3 times to 4 times by the lens / "air" interface, it is returned and reused by the light guide plate. On the other hand, by (B), when tracing of the beam of light which carried out total reflection by the 1-time "lens/air" interface is penetrated in air as it is and becomes still larger [the angle with the normal of the surface light source to make] in that case, a side lobe occurs and loss of a light energy is accepted.

[0016] Compared with a convex lens, a focal position is as the above [the case of a concave lens] the difference of the all direction of a lens, or back. Therefore, for a distant observer, the same operation as a convex lens and parenchyma is enough made rather than the focal distance of the lens sheet 4. Moreover, also in a hyperbola lenticular-sheet lens, it is [of the aforementioned elliptic-cylinder lenticular-sheet lens] the same.

[0017] The behavior of the beam of light of this elliptic-cylinder unit lens is as having been shown in drawing 3 (B) and drawing 4 (B). It converges on Focus F and the beam of light which carries out incidence in parallel with an optical axis is emitted by the after an appropriate time predetermined diffusion angle θ . The beam of light which this diffusion angle θ could disregard spherical aberration, and separated greatly from the normal of a light guide plate by the smooth front face 10 of a light guide plate, and the total reflection in the lens sheet 4 It is an outline when the beam of light near the direction of a normal of the light guide plate which it was fed back in the light guide plate and produced by the diffuse reflection of the light reflex layer on the rear face of a light guide plate, i.e., a beam of light almost parallel to an optical axis, mainly carries out incidence to a lens. $\theta = 2 \tan^{-1} (p/2f)$ Formula (7)

It becomes. However, p is the opening width of face (when a unit lens is close without a crevice and is located in a line, it is the same as the repeat period of a unit lens) of a unit lens, and f is a focal distance.

[0018] The position which can do a focus so that comparison of drawing 3 and drawing 4 may show changes with a concave lens and a convex lens. That is, like drawing 3 (B), in the case of a convex lens, image formation turns into a real image, and a focus is made in the lens exterior (optical outgoing radiation side). Moreover, like drawing 4 (B), in the case of a concave lens, image formation turns into a virtual image, and a focus is made in the interior of a lens (optical incidence). However, since a sufficiently small focal distance takes compared with the distance from a lens front face (namely, surface light source front face) to an observer also in which case in the case of the use of this invention (usually 10mm or less), as an effect to an observer, great difference is not in concave and a **** lens. However, according to the experimental result, when it uses for the edge light type surface light source, it turns out that an optical output with a sharper diffusion angle is obtained for the direction of a convex lens also by the shape of isomorphism more highly [the direction brightness of a normal] than a concave lens. In order to deviate in a direction outside a lens when the light which causes total reflection by the interface of a lens and the air space by the side of a light-emission side is probably a concave lens, although the detail of a reason is unknown, and to deviate to the inboard of a lens in the case of a convex lens, it is thought that it originates in the difference.

[0019] In addition, although the above explanation described the elliptic-cylinder type lenticular-sheet lens chiefly, a unit lens cross section is a formula (6). $X^2/a^2 - Y^2/b^2 = 1$ Formula (8)

b/a is the inclination of an asymptote, and even if it is a hyperbola pillar type lenticular-sheet lens expressed by $a < b$ and), it can expect the same effect (however here. The optimal range of a and b is the same as the case of an elliptic cylinder.

[0020] Although these lens sheet can also be used with one-sheet composition, in order to control the optical diffusion angle of X and Y 2-ways (the vertical direction, longitudinal direction, etc.) using a pillar-shaped lens, you may carry out the laminating of the two lens sheet like drawing 5 so that the ridgeline may intersect perpendicularly. In this case, the height of the permeability of the component comparatively near the direction of a normal of a light-emission side among the beams of light with which making both of the sense of a lens side into the same direction like drawing 5 comes flying from the light reflex layer 2, natural, although it is the best comparatively on balance with the height of the rate of feedback from [of a light-emission side] a normal to the leaning light guide plate of a beam of light — the lens of each lens sheet opposes and faces each other (it faces across a lens side between two lens sheets) — a laminating can also be carried out like What could really fabricate the translucency base material, and could obtain it like drawing 2 (A), and formed the unit lens 42 on the translucency plate (or sheet) 44 like drawing 2 (B) is sufficient as a **** lens sheet.

[0021] This lens sheet 4 is formed from a translucency base material. As a translucency base material, transparent ceramics, such as transparent resins, such as acrylate, such as urethane acrylate of the independent or the many organic functions which constructed the bridge by thermoplastics, such as polyester, such as a copolymer, a polyethylene terephthalate, and a polybutylene terephthalate, a polycarbonate, polystyrene, and the poly methyl pentene, ultraviolet rays, or the electron ray of acrylic esters, such as the poly methacrylic-acid methyl and a polymethylacrylate, or methacrylic-acid ester, and polyester acrylate, and a unsaturated polyester, and transparent glass, etc. are used here. When using as a lens sheet, the total thickness usually sets this translucency base material to about 20–1000 micrometers.

[0022] The heat pressing method well-known, for example as a method of forming a lens configuration (JP,56–157310,A publication), After carrying out embossing to the thermoplastics film of ultraviolet-rays hardenability with the roll embossing version How (JP,61–156273,A publication) to irradiate ultraviolet rays and to stiffen the film, The resin which ultraviolet rays or the electron ray was irradiated [resin] and stiffened it, applying ultraviolet rays or electron ray hardenability resin liquid on roll intaglio printing which engraved the lens configuration, and covering a transparent base-material film on roll intaglio printing through resin liquid after filling up a crevice, The base-material film pasted up on it is released from mold from roll intaglio printing, and the methods (JP,3–223883,A, U.S. Pat. No. 4576850, etc.) of carrying out the allocated type of the lens configuration of roll intaglio printing to a hardening resin layer etc. are used. For the sake of the convenience which rolls round and processes the fabricated lens sheet in the case of this method, in order to prevent **** generating at the time of processing etc., what has flexibility and flexibility comparatively is selected as ultraviolet rays or an electron ray hardenability resin.

[0023] Although it is necessary to select the translucency required of a translucency base material so that the diffused light may be enough penetrated to the grade which does not have trouble in use of each use, and its hyaline is the most desirable, it may be coloring transparency or lusterless translucence depending on a use. Here, lusterless transparency means the property to which the diffuse transmission of the transmitted light is made to carry out in all the directions of [in a half-solid angle] isotropic almost uniformly, and it is used for direction diffusibility, such as light, and a synonym. That is, for lusterless transparency, the angular distribution I_0 (theta) of the transmitted light intensity (incident angle of $i = 0$ degree) when carrying out incidence of the parallel flux of light from a rear face, when the angle with the direction of a normal of the front face of a transparency base material to make is set to theta is a cos distribution. $I_0 = (\text{theta}) I_0 \text{ mpcostheta}$, however $-90 \text{ degrees} \leq \text{theta} \leq 90 \text{ degrees}$
Formula (9)

theta says the angle with Normal N to make, and the distribution and bird clapper by which $I_0 \text{ mp}$ is similar to the transmitted light intensity of the direction of a normal, or it.

[0024] It is desirable to use it for the rear face (opposite side of a lens side) of this lens sheet 4,

carrying out a laminating to the optical diffusion sheet 8 which has minute irregularity (minute salient group 41). This reason is for equalizing the luminance distribution within a light-emission side, as mentioned later in the case of the edge light type surface light source. The minute irregularity 41 of 100 micrometers or less can do the height formed in optical diffusion sheet 8 front face more than the wavelength of light source light also by also being able to form in the front face of a floodlighting nature base material directly by embossing by the heat press, sandblasting processing, etc., in addition forming in the flat front face of a translucency base material the translucency material layer which has a salient. Coating of the paint which made the transparent binder distribute transparent particles, such as a calcium carbonate, a silica, and acrylic resin, is specifically carried out, and the method of fabricating ultraviolet rays or electron ray hardenability resin liquid on roll intaglio printing indicated by the method of making the irregularity of a particle appear on the surface of a paint film or aforementioned JP,3-223883,A, U.S. Pat. No. 4576850, etc., so that a front face may serve as grinding minute irregularity etc. is used.

[0025] It is the purpose that surface roughness makes the gap 9 (size ΔX) more than the wavelength of light source light, as for this salient 41, form partially at least like drawing 6 between the light guide plate 1 below the wavelength of light source light and the optical diffusion sheet 8 and/or between the smooth front faces 10 of the optical diffusion sheet 8 and a lens sheet. If the optical total reflection in the smooth flat surface 10 of a light guide plate 1 stops fully occurring when gap ΔX is under the wavelength of light source light so that it may mention later, and it is an excess of 100 micrometer, the shape of tothing of a salient is conspicuous and inconvenient.

[0026] Although the shape of what tothing has as this salient 41 as long as this purpose is reached, the best mode forms the shape of tothing (for example, a grain pattern, a crepe pattern, etc.) random on the front face of the optical diffusion sheet 8 in the whole surface from the point of obtaining the angular distribution of the uniform brightness within a desired diffusion angle, and the uniform luminance distribution within a surface of light source. If it is made like, since this salient group 41 acts also as an optical diffusion layer and diffuses light isotropic, this light L1 that carried out incidence from the front face of the optical diffusion sheet 8 as shown in drawing 6, and the L2S grade are good, without obtaining uniform angular distribution and a half-tone-dot-like pattern being conspicuous.

[0027] Of course, you may make it form the salient group 41 100 micrometers or less in the rear face (opposite side of a lens side) of this lens sheet besides making the optical diffusibility sheet 8 intervene between the lens sheet 4 and the smooth flat surface 10 of a light guide plate more than the wavelength of lusterless transparency and a front face like the above. Such minute irregularity 41 can really be formed in the rear face of the shaping-lens sheet 4 by the same processing method as the above-mentioned optical diffusion sheet.

[0028] As a material of the light guide plate 1 used by this invention, it chooses from the material of the aforementioned lens sheet, and the same translucency material. Usually, the resin of an acrylic or a polycarbonate is used. As for the thickness of a light guide plate, an about 1-10mm thing is usually used.

[0029] Although it is desirable as the light source 3 used by this invention when the line light sources, such as a fluorescent light, obtain the brightness of whole surface homogeneity, it is also possible to use the point light sources, such as an incandescent lamp. As illustrated, isolating and preparing out of the side edge section of a light guide plate, a part of side edge section of a light guide plate 1 is cut and lacked, and this light source 3 can also lay a part or all underground into a light guide plate. From the point on the uniform disposition in the field of high brightness and brightness, the light source 3 can also be installed also in the side edge section of one of the two which will accept it light guide plate 1. What carried out metal vacuum evaporation to the inside of the board which carried out configurations, such as what is well-known as a light source light reflex mirror 5, for example, a paraboloid pillar, a hyperbola pillar, and an elliptic cylinder, is used.

[0030] In the case of the edge light type surface light source, on the smooth flat surface 10 of a light guide plate, the laminating of the aforementioned optical diffusion sheet 8 is carried out, and

the laminating of the lens sheet 4 is further carried out on the optical diffusion sheet 8. By carrying the inside (flat-surface 10 side) like drawing 6, in that case, as the minute irregularity 41 turns to the lens side of the lens sheet 4 outside (opposite side of a flat surface 10) It is made showy [the opening 9 more than the wavelength λ of light source light / at least / in part] between the salient group 41 of the smooth side 7 of the lens sheet 4, and the optical diffusion sheet 8, and/or the smooth side 10 of a light guide plate 1 and the salient group 41 of the optical diffusion sheet 8. Although determined with the homogeneity of the brightness in the field demanded, the use efficiency of a light energy, the size of a light guide plate, etc. the rate R of surface ratio of the opening portion 9, i.e., $R = (\text{area} / \text{all light guide plate surface areas of portion with opening more than wavelength } \lambda) \times 100\%$, a ratio R is usually 90% or more need more preferably 80% or more.

[0031] As this reason, as a result of an experiment, when a light guide plate front face 10 with both surface roughness smooth [below the wavelength of light] like drawing 19 and the rear face 7 of a lens sheet are stuck, the interface on the light guide plate front face 10 and the rear face 7 of a lens sheet disappears optically. Among the input light from the line light source 3, most carried out incidence under with the critical angle from the side edge section by the side of the light source in the place of Distance y, it was emitted without carrying out total reflection, and as a result, from y, brightness fell rapidly and the bird clapper became clear darkly in the distant place. Of course, although there is also a beam of light which reaches a distant lens sheet from the direct light source like a beam of light L4, in intensity, these are decreased by the square of distance and seldom contribute to improvement in brightness. And it became clear that they are a ratio to length y of a light-emitting part and the overall length Y of the optical propagation of a light guide plate and $x(y/Y)100=10-20\%$. therefore, in order to distribute equally the amount of light energies which carries out incidence to the light guide plate flat surface 10 from the light source to all length Y, it is 10 - 20% of the incident light to a flat surface 10 — it is necessary to make it ***** and to carry out total reflection of the remainder 90 - 80% In general, it is $= (\text{amount of transmitted lights} / \text{total reflection quantity of light}) (\text{area} / \text{all light guide plate ** area of portion with opening more than wavelength } \lambda) = R$. Formula (10) It came out, and since it approximated, it made R clear that it is needed 80 to 90% or more.

[0032] As a method of forming the opening more than the wavelength of light source light between the lens sheet 4 and a light guide plate 1, drawing 1 can reverse the sense of the lens side 42 and salient group 41, and the lens sheet 4 can also be placed (not shown). However, in order that the light which once converged into the desired angle in this case in the lens side 42 may radiate isotropic again, it is difficult to control the diffusion angle of light in 30 - 60 degrees centering on the normal which is an optimum value.

[0033] The light reflex layer 2 is a layer with the performance to which diffuse reflection of the light is carried out, and can be constituted as follows.

** Form the white layer which made one side of a light guide plate layer distribute powder, such as high concealment nature and the high pigment of a whiteness degree, for example, a titanium dioxide, and aluminum, by paint etc.

** By sand bright processing, embossing, etc., further, plating or vacuum evaporation makes metals, such as aluminum, chromium, and silver, the concavo-convex encaustic side of the light guide plate in which lusterless detailed irregularity was formed, and form a metal thin film layer in it.

** Concealment nature forms a metal thin film layer in the white layer which only formed the mat side by the application low.

** It is good as for a method of an amendment in forming in a white half-tone-dot-like layer, increasing the rate of area as it keeps away from the light source, and the quantity of light of the light source declining.

[0034] A diffusion angle is effective in order to evaluate the distribution state of the light of the surface light source. As a diffusion angle, it is half-power-angle θ_H . It is used. angle θ_H set to $I(\theta_H / 2) = I(0) / 2$ when transmitted light brightness (or intensity) makes this the decreasing function I of the angle θ from the normal of a light-emission side (θ) ***** - it defines

[0035] In addition, the penetrated type display of this invention is obtained by laying the penetrated type display device 6 like drawing 1 on the light-emission side of the surface light source 100 of this invention. As penetrated type display, a liquid crystal display element (LCD) electrochromic display (ECD) etc. is used.

[0036]

[Function] As aforementioned, there are few side lobes, the elliptic-cylinder lenticular-sheet lens of a claim 1 and a claim 4 has the good use efficiency of a light energy, and a diffusion angle becomes sharp and can obtain high normal brightness. An operation of this elliptic-cylinder lenticular-sheet lens is explained. As it already said that a lens sheet is designed like a formula (3), it can set to the edge light type surface light source. Reflection of the light in the various interfaces of the optical diffuse reflection layer on the rear face of a transparent material, a light guide plate, an opening, an optical diffusion sheet, and a lens sheet (total reflection or partial reflection), Transparency refraction, distribution of diffusion (transparency or reflection), and balance are optimized, the beam of light which came out of the light source 3 is distributed all over a transparent material 1, and the distribution within the light-emission side of brightness is made to equalize. Moreover, in order to converge with a lens the beam of light which mainly comes out from a light guide plate [near the normal of a light-emission side], The beam of light which can be distributed in the diffusion angle of a request of discharge light, inclines greatly from the normal of a light-emission side, and comes out from a light guide plate Most is fed back to a light guide plate side, since it is reused, the side-lobe light used as loss of a light energy is lost, and the amount which leaks out of the diffusion angle of an inside request of a luminous energy is reduced.

[0037] Furthermore, in invention of a claim 2, like drawing 1 , the salient group 41 is formed in the front face of the optical diffusion sheet 8, and this forms an opening 9 partially at least between the smooth flat surface 10 of a light guide plate, and the lens sheet 4. In this opening section 9, since about 1.5 light guide plate 1 and a with a refractive index of about 1.0 air space (or *****) usually adjoin considering a flat surface 10 as an interface, the same optical total reflection as the case of drawing 17 happens. Therefore, in the field near the light source, in the field which discharge light was obtained by 10 – 20% of transmitted light of beam-of-light L1T which carry out incidence and are penetrated under with the critical angle at the flat surface 10, and is distant from the light source, after carrying out total reflection by the interface of this opening section 9, discharge light is obtained by component L2T of under a critical angle among the beams of light which carried out diffuse reflection in the optical diffuse reflection layer 2 on the back.

[0038] Of course, total reflection of the light which carried out incidence to the field to which the salient group 41 and the flat surface 10 touch in part also in L2T is not carried out, but it is penetrated as it is, and turns into discharge light. the case where the surface ratio R of the opening section is 80 – 90% or more — a whole surface simultaneously — it becomes uniform luminance distribution It is. Moreover, the total reflection in a field 10 becomes a positive thing here by having made the height (namely, interval of the opening section) of a salient into one or more waves of light source light. As the reason, like drawing 9 , when the beam of light L1 the light guide plate carried out [the beam of light] smooth flat-surface 10 incidence from the interior of a light guide plate carries out total reflection and is set to reflected light L1R, if it says strictly, the electromagnetic field of light may exist in air (or vacuum) 9, and electromagnetic-field L1V which penetrated the interface 10 by the tunnel effect in part exist. However, these electromagnetic-field L1V are decreased exponentially, and an amplitude is set to 0 to the order about [of light] wavelength. Therefore, as for sufficiently big distance ***** and a beam of light L1, an opening 9 does not enter into the opening section 9 at all as a matter of fact compared with the wavelength of light.

[0039] However, like drawing 10 , if the lens sheet 4 of the rate of the isometropia approaches to distance ΔX of under the wavelength λ of light to the field 10 of a light guide plate mostly with a light guide plate 1 ($\Delta X < \lambda$), electromagnetic-field L1V which went into the lens sheet 4, without decreasing completely will be again set to progressive wave L1T, namely, transmitted light L1T will produce them.

[0040] In this invention, since the salient 41 is formed in the front face of the optical diffusion sheet 8, the field which there are no field and opening section which have the opening section 9 between a light guide plate 1 and the optical diffusion sheet 8 and/or between the optical diffusion sheet 8 and the lens sheet 4 like drawing 11 , and both are unifying optically (or even if there is an opening under the wavelength of light) is made. Among these, the total reflection of an incident light happens in the opening section, and an incident light penetrates in a portion without an opening. It is a ratio to the whole light guide plate surface product of an opening aspect product, and what the ratio of the quantity of light which carries out total reflection in respect of ten is decided for is as above-mentioned.

[0041]

[Effect of the Invention] It is condensed in an almost predetermined diffusion angle, and the light energy which should dissipate in the slant of the surface light source which originally becomes futility – a tangential direction is also returned to a light guide plate, and the surface light source of this invention can use the light emitted by the operation of the lenticular-sheet lens of a specific configuration from the light guide plate since there were few side lobes as a lighting light effective in observation. For the reason, the use efficiency of energy is good, and it is high brightness, and noise light is not emitted to the surface light source side. Moreover, even if it places a lenticular-sheet lens sheet, uniform distribution of the light source light into [whole] a light guide plate by the optical total reflection on the front face of a light guide plate are not barred, and the luminance distribution in a light-emission side is uniform. Moreover, by using an optical diffusion sheet together, further, the homogeneity of the luminance distribution in a light-emission side is high, and the optical diffusion pattern on the rear face of a light guide plate is also invisibility-ized good. furthermore, the display using the surface light source of this invention — ENEGI use efficiency, such as power, — high — high brightness — it is — a moderate angle of visibility — having — and a front face — the display of uniform brightness can be obtained

[0042]

[Example 1]

(Forming cycle of a lenticular-sheet lens) It manufactured according to the following processes using equipment like drawing 12 .

** The winding roll 11 of the base-material film of a transparent and colorless biaxial extension polyethylene terephthalate with a thickness of 100 micrometers was prepared.

** Preparing the roll-like intaglio printing 14 which engraved the reverse mold (irregularity is reverse in the same configuration) 15 of an elliptic-cylinder lenticular-sheet lens configuration on the metal cylinder front face, and rotating this around a medial axis, ultraviolet-rays hardening type resin liquid 16 was supplied to the printing plate from the T die type nozzle 21, and restoration covering of the concavo-convex front face of the reverse mold of a lens was carried out.

** [t ****(ed) at the speed which subsequently rolls round the aforementioned base-material film 12, and synchronizes with the rotation peripheral velocity of the roll-like intaglio printing 14 from a roll 11, and with the press roll 13, a base-material film is minded on this roll intaglio printing, this resin liquid is minded in between, laminating adhesion was carried out, and the ultraviolet rays from mercury lamps 23 and 23 were irradiated from the base-material film side in the state of the **, and while carrying out bridge formation hardening of the resin liquid within this reverse mold, it pasted up with the

** the hardening resin by which the lens configuration 19 where the base-material film it subsequently runs using the ablation roll 18 was pasted up on it was fabricated — exfoliating —

** — the elliptic-cylinder lenticular-sheet lens sheet 20 was obtained thus incidentally —;

Lens configuration; it is as drawing 2 (A) a – unit lens configuration; convex elliptic cylinder (a major axis is turned in the direction of a normal of a lens sheet).

– Major-axis length $2b=230$ micrometer, minor-axis length $2a=128$ micrometer and, major-axis length / minor-axis length = the repeat period of $p=110$ micrometers, cut ratio $D/b=0.34$, and the amount ultraviolet-rays hardenability resin liquid of cuts of $D=50$ micrometers of $2b/2a=1.80$, and a lens unit;

– Let polyfunctional polyester acrylate oligomer and a photoreaction initiator be principal components.

[0043] (Forming cycle of an optical diffusion sheet)

** Roll-like intaglio printing which engraved the minute irregularity (salient group) in which #80 carried out sandblasting to the metal cylinder front face, and which was obtained on it was prepared.

** Subsequently, the translucency base material of a transparent and colorless biaxial extension polyethylene terephthalate with a thickness of 50 micrometers was rolled round, it rewound from the roll, and the lusterless transparent minute irregularity which consists of an ultraviolet-rays hardening type resin hardened material which does not contain a flattening agent on the front face of a translucency base material was fabricated using the same equipment as a lens forming cycle, and resin liquid.

** The optical diffusion layer which carries out specification to this invention was acquired thus. incidentally —; — minute — irregularity, Hayes value =88.8, surface glossiness (JIS-Z -8741) =11.3, and surface roughness (ten-point average of roughness height of JIS-B -0601) R_z = — 38.4 micrometers [0044]

[Example 2] The ridgeline was made for two elliptic-cylinder lens sheets manufactured in the example 1 to go direct, each lens side was turned in the direction of a light-emission side, and was piled up, the laminating of an optical diffusion sheet and the light guide plate was carried out directly under it, and the edge light type surface light source like drawing 1 was obtained.

Light guide plate;

– material; — a polymethylmethacrylate polymer resin and configuration; — a rectangular parallelepiped

Thickness x width-of-face x depth (propagation of light) =4x150x200mm, and a front face; the ten-point average of roughness height made the smooth nature below $R_z=0.1$ micrometer on the whole surface.

– Rear face; the lusterless invisible writing ink was printed in the shape of [circular] a half tone dot at the rear face of a light guide plate, and the specular reflection nature film which carried out vacuum deposition of the aluminum to the polyethylene-terephthalate film at the rear face was set. The half tone dot formed the impalpable powder of a silica by silk screen printing using the thing which the binder of an acrylic resin was made to distribute. The array of a half tone dot was made to arrange in the in-every-direction direction the repeat period of 2mm. The diameter of a half tone dot was set to 0.1mm, was enlarged in proportion to the distance from the light source, and was set to 1mm at the edge of the light source and an opposite side in the place near the light source.

Light source; the white fluorescent light of 5W has been arranged to the ends of a light guide plate as the line light source. The metallic reflecting mirror was put on the light guide plate and the opposite side.

The performance of the surface light source of the above composition is as follows.

– The angular distribution of brightness is as drawing 13 .

– The distribution within the light-emission side of half-power-angle $\theta=70$ degree, direction brightness (light guide plate center section) =of normal 2260 cd/m², and the direction brightness of a normal; less than **5%. Viewing also has no abbreviation homogeneity and side-lobe generating.

[0045]

[Example 3] The lens configuration was changed as follows, and also it was presupposed that it is the same as an example 2.

Lens configuration;

– Unit lens configuration; convex elliptic cylinder (a major axis is turned in the direction of a normal of a lens sheet.)

– Major-axis length $2b=230$ micrometer, minor-axis length $2a=128$ micrometer and, major-axis length / minor-axis length = the performance of the surface light source of composition with an amount [of $2b/2a=1.80$, and a lens unit / the repeat period of $p=95$ micrometers, cut ratio $D/b=0.31$, and the amount of cuts] of $D=36$ micrometers or more is as follows.

- The angular distribution of brightness is as profile drawing 13 (not shown).
- The distribution within the light-emission side of half-power-angle $\theta = 68$ degree, direction brightness (light guide plate center section) = of normal 2101 cd/m², and the direction brightness of a normal; less than **5%. Viewing also has no abbreviation homogeneity and side-lobe generating.

[0046]

[Example 4] The lens configuration was changed as follows, and also it was presupposed that it is the same as an example 2.

Lens configuration;

- Unit lens configuration; convex elliptic cylinder (a major axis is turned in the direction of a normal of a lens sheet.)
- Major-axis length $2b = 230$ micrometer, minor-axis length $2a = 128$ micrometer and, major-axis length / minor-axis length = the performance of the surface light source of composition with an amount [of $2b/2a = 1.80$, and a lens unit / the repeat period of $p = 75$ micrometers, cut ratio $D/b = 0.19$, and the amount of cuts] of $D = 22$ micrometers or more is as follows.
- The angular distribution of brightness is as profile drawing 13 (not shown).
- The distribution within the light-emission side of half-power-angle $\theta = 65$ degree, direction brightness (light guide plate center section) = of normal 1865 cd/m², and the direction brightness of a normal; less than **5%. Viewing also has no abbreviation homogeneity and side-lobe generating.

[0047]

[Example 5] The lens configuration was changed as follows, and also it was presupposed that it is the same as an example 2.

Lens configuration;

- Unit lens configuration; convex elliptic cylinder (a major axis is turned in the direction of a normal of a lens sheet.)
- Major-axis length $2b = 204$ micrometer, minor-axis length $2a = 150$ micrometer and, major-axis length / minor-axis length = the performance of the surface light source of composition with an amount [of $2b/2a = 1.36$, and a lens unit / the repeat period of $p = 130$ micrometers, cut ratio $D/b = 0.49$, and the amount of cuts] of $D = 50$ micrometers or more is as follows.
- The angular distribution of brightness is as profile drawing 13 (not shown).
- The distribution within the light-emission side of half-power-angle $\theta = 72$ degree, direction brightness (light guide plate center section) = of normal 2028 cd/m², and the direction brightness of a normal; less than **5%. Viewing also has no abbreviation homogeneity and side-lobe generating.

[0048]

[The example 1 of comparison] In the example 2, it replaced with the lens sheet convex elliptic-cylinder lenticular-sheet lens, and specification of the following triangle pole prism type lenticular-sheet lens was carried out.

- Cross-section configuration; Rectangular equilateral triangle. The vertical angle of 90 degrees is turned in the direction of a normal of the surface light source.
 - repeat period (length of one side) = 100 micrometer and material of a unit lens, lamination, and a process — the convex elliptic-cylinder lenticular-sheet lens of an example 1 — the same .
- The performance of the surface light source of the above composition is as follows.

- The angular distribution of brightness is as drawing 14 .
- The distribution within the light-emission side of half-power-angle = 68 degree, direction brightness (light guide plate center section) = of normal 2074 cd/m², and the direction brightness of a normal; less than **5%. Viewing is also homogeneity and those with side-lobe generating mostly. (It is a peak to the direction of **75 degrees from a normal)

Side-lobe peak brightness / direction brightness of a normal = 26% [0049]

[The example 2 of comparison] In the example 2, the convex elliptic-cylinder lenticular-sheet lens of the following configurations was used.

Lens configuration;

- Unit lens configuration; convex elliptic cylinder (a minor axis is turned in the direction of a

normal of a lens sheet.)

– Major-axis length $2b=150$ micrometer, minor-axis length $2a=204$ micrometer and, major-axis length / minor-axis length = the amount of repeat period cut ratio D/b [of $p=177$ micrometers] $=0.49$ cuts of $2b/2a=0.74$, and a lens unit $D=37$ -micrometer others presupposed that it is the same as an example 2. For the performance of the surface light source of the above composition, the angular distribution of – brightness is as follows as drawing 15 .

– The distribution within the light-emission side of half-power-angle $=84$ degree, direction brightness (light guide plate center section) $=$ of normal 1734 cd/m², and the direction brightness of a normal; less than $\approx 5\%$. Viewing is also homogeneity and those with side-lobe generating mostly. (They are those of brightness with a peak to the direction distant from the direction of a normal ≈ 75 degrees)

Side-lobe peak brightness / direction brightness of a normal = 37% [0050]

[The example 3 of comparison] In the example 2, the object which does not make an optical diffusion sheet placed between the rear faces of a lens sheet was used. A lens sheet rear face is the base-material film front face itself, and the ten-point average of roughness height R_z on a film rear face and the front face of a light guide plate was taken as the less than 0.1 -micrometer smooth flat surface. Others presupposed that it is the same as an example 2. Brightness has fallen, so that the performance of the surface light source of the above composition falls rapidly with the distance from the light source and is visually sensed dark from the light source in a 5 cm place, although the direction brightness of a normal of a light-emission side is high brightness ***** [4 cm near the light source side edge section].

[0051]

[The example 4 of comparison] In the example 2, the lenticular-sheet lens and the optical diffusion sheet were removed, and two lusterless transparent sheets of the following composition were put on instead of on the light-emission side 10 of a light guide plate (equivalent to the conventional technology).

Lusterless transparent sheet; the sheet which carried out coating of the paint of 2 liquid hardening type polyurethane which distributed the particle with a particle size [of a calcium carbonate] of $1-5$ micrometers as a flatting agent to both sides of the biaxial extension polyethylene-terephthalate film of 50 -micrometer **, and formed the paint film of 5 micrometers of thickness at the time of dryness in them.

For the performance of the surface light source of the above composition, the angular distribution of – brightness is as drawing 16 .

– Half power angle = 70 degrees (however, also outside a half power angle, it does not decrease suddenly but a certain amount of discharge light is distributed.)

– The distribution within the light-emission side of direction brightness (light guide plate center section) $=$ of normal 1491 cd/m², and the direction brightness of a normal; less than $\approx 5\%$.

Viewing is also uniform.

– With no side-lobe generating.

[0050]

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The perspective diagram of the example of the edge light type surface light source of this invention, and the penetrated type display using it.

[Drawing 2] The perspective diagram of the example of the lens sheet used by this invention. In the case of an elliptic-cylinder type lenticular-sheet lens (A) is a convex lens and, in the case of a concave lens, (B) is.

[Drawing 3] Drawing which explained the behavior of the beam of light of a lens sheet, especially spherical aberration with the unit lens. For (A), in the case of a convex perfect circle pillar lens, (B) is in the case of the convex elliptic-cylinder lens of this invention.

[Drawing 4] Drawing which explained the behavior of the beam of light of a lens sheet, especially spherical aberration with the unit lens. For (A), in the case of a concave perfect circle pillar lens, (B) is in the case of the concave elliptic-cylinder lens of this invention.

[Drawing 5] The perspective diagram of another example of the lens sheet used by this invention. When the laminating of the two elliptic-cylinder type lenticular-sheet lenses is carried out so that both shaft may go direct.

[Drawing 6] The cross section of the example of the edge light type surface light source of this invention. The example in which both sides inserted the optical diffusion sheet which has minute irregularity, and formed two openings (two-layer) in the interface of a light guide plate and a lens sheet.

[Drawing 7] (A) Drawing showing the position of the total reflection critical point P_c in the lenticular-sheet lens of this invention, and tracing of a beam of light.

(B) Drawing showing tracing of a beam of light in case the amount D of cuts is large and the total reflection critical point P_c is included in the lenticular-sheet lens.

[Drawing 8] (A) Drawing showing tracing of a beam of light when a diffused-light line carries out incidence on the lenticular-sheet lens of this invention.

(B) Drawing showing tracing of a beam of light when a diffused-light line carries out incidence on the lenticular-sheet lens with which the total reflection critical point P_c is greatly included for the amount D of cuts.

[Drawing 9] The cross section showing the behavior of a beam of light which carries out total reflection at the smooth flat surface on the front face of a light guide plate. Electromagnetic field are oozing by the tunnel effect in air in part.

[Drawing 10] The cross section in which the beam of light which oozed out by the tunnel effect from the light guide plate shows a progressive wave and a bird clapper again within a lens sheet.

[Drawing 11] The cross section showing that total reflection of a part of beam of light which advances toward the light guide plate shell exterior is carried out, and it penetrates a part in the optical diffusion sheet used by this invention.

[Drawing 12] The cross section showing an example of the manufacture method of this invention. It corresponds to (an example 1).

[Drawing 13] The property of the edge light type surface light source of this invention (example 2). The angular distribution of the degree of discharge luminosity at the time of using the convex elliptic-cylinder lenticular-sheet lens with which the major axis was suitable in the direction of a

normal is illustrated.

[Drawing 14] The property of the edge light type surface light source of (the example 2 of comparison). The angular distribution of the degree of discharge luminosity at the time of using a triangle pole lenticular-sheet lens is illustrated.

[Drawing 15] The property of the edge light type surface light source of (the example 3 of comparison). The angular distribution of the degree of discharge luminosity at the time of using the convex elliptic-cylinder lenticular-sheet lens with which the minor axis was suitable in the direction of a normal is illustrated.

[Drawing 16] The property of the edge light type surface light source of (the example 4 of comparison). Two lusterless transparent sheets were carried on the light-emission side of a light guide plate.

[Drawing 17] The cross section of the edge light type surface light source of the conventional technology. When you have no lens sheet on a light guide plate.

[Drawing 18] The perspective diagram of the edge light type surface light source of the conventional technology. When a lens sheet was not placed on the light guide plate, and an opening was not placed in between but it is made to stick.

[Drawing 19] The expanded sectional view of drawing 18. It is shown that the interface of a lens sheet and a light guide plate is carrying out disappearance unification optically.

[Description of Notations]

1 Light Guide Plate

2 Light Reflex Layer

3 Light Source (Unit)

4 Lens Sheet

5 Reflecting Mirror

6 Penetrated Type Display, Such as Liquid Crystal Display

7 Smooth Flat Surface on Rear Face of Lens Sheet

8 Direction Diffusibility Sheets, Such as Light (Optical Diffusion Layer)

9 Opening

The smooth flat surface of 10 light-guide-plate front face.

11 winding roll

12 base-material film

13 press roll

14 roll-like intaglio printing

The reverse mold of 15 lens configuration

16 ultraviolet-rays hardening type resin liquid

Non-hardening resin liquid in 17 lens reverse type

18 ablation roll

19 lens configuration (lens unit)

20 lens sheet

21 T-die type nozzle

22 liquid reservoirs

23 mercury lamps

The salient of 41 lens sheet (group)

42 lens units

The stratum lucidum which has 43 salient groups

44 transparent base-material layer

The 100 surface light source

200 display

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-5463

(43) 公開日 平成7年(1995)1月10日

| (51) Int.Cl. ⁹ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|-------|-----------|-----|--------|
| G 0 2 F 1/1335 | 5 3 0 | 7408-2K | | |
| G 0 2 B 5/02 | | C 9224-2K | | |
| G 0 9 F 9/00 | 3 1 6 | 7610-5G | | |

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 48 頁)

(21) 出願番号 特願平5-168376

(22) 出願日 平成5年(1993)6月16日

(71) 出願人 000002897

大日本印刷株式会社

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

(72) 発明者 竹内 道子

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

大日本印刷株式会社内

(72) 発明者 西尾 俊和

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

大日本印刷株式会社内

(72) 発明者 増淵 暢

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

大日本印刷株式会社内

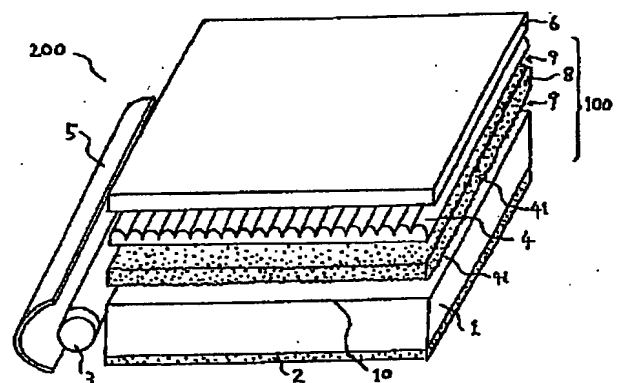
(74) 代理人 弁理士 小西 淳美

(54) 【発明の名称】 面光源及びそれを用いた表示装置

(57) 【要約】

【目的】 所望の角度範囲内のみ均一、かつ高輝度発光し、面内での場所による輝度のバラツキもない、面光源及びその面光源を使用した表示装置を提供する。

【構成】 レンチキュラーレンズシートの単位レンズは長軸方向が光放出面の法線方向を向いており、 $1.40 \leq$ 屈折率 ≤ 1.60 、 $1.20 \leq$ 長軸/短軸 ≤ 2.00 であり、かつ $0.10 \leq$ 切込量/長軸 ≤ 0.50 とする。



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】透光性平板又は直方体状空洞からなる導光体と、その導光体の側端面の少なくとも一面に隣接して設けられた線光源又は点光源と、前記導光体裏面の光反射層と、前記導光体表面の光放出面上に積層された凹又は凸のレンチキュラーレンズシートからなる面光源であって、

前記レンチキュラーレンズシートは楕円柱単位レンズをその稜線方向が互いに平行になるように多数平面内に配列してなり、該楕円柱単位レンズは長軸方向が光放出面の法線方向を向いており、

1. $4.0 \leq \text{屈折率} \leq 1.60$

1. $2.0 \leq \text{長軸} / \text{短軸} \leq 2.00$

であり、かつレンチキュラーレンズシートの切込量（楕円柱単位レンズの長軸に沿った長さ）及び屈折率が、

$0.10 \leq \text{切込量} / \text{長軸} \leq 0.50$

である事の特徴とする面光源。

【請求項2】前記レンチキュラーレンズシートのレンズ面の反対面と導光体の間に光拡散シートを積層したことを特徴とする請求項1記載の面光源。

【請求項3】前記光拡散シートがランダム微小凹凸を少なくとも一方の表面に有しており、前記微小凹凸面は表面粗さが光源光の波長以上、 $100 \mu\text{m}$ 以下であり、かつ導光板表面の表面粗さが光源光の波長以下であることを特徴とする請求項2記載の面光源。

【請求項4】請求項1～請求項3の面光源の光放出面上に透過型表示素子を積層してなる事の特徴とする表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はレンチキュラーレンズを用いた面光源に関するものであり、液晶表示装置等の透過型表示装置のバックライト、照明広告、交通標識等に有用なものである。本発明は又該面光源を背面光源として用いた液晶表示装置等の透過型表示装置も開示する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示装置（LCD）のバックライト用の面光源として、

①図17のような透光性平板を導光体としたエッジライト方式のものが知られている。このような面光源では、透明な平行平板からなる導光体の側端面の双方又は一方から光を入射させ、透光性平板内部の全反射を利用し光を導光板の全域に遍く伝播させ、その伝播した光の一部を導光体裏面の光散乱反射板で臨界角未満の拡散反射光となし、導光板表面から拡散光を放出する。（実開昭55-162201）。

②図18のような一方の面に三角プリズム型レンチキュラーレンズの突起を有し、もう一方の面を平滑面としたレンズシートを、①の面光源の導光板表面上に突起面上にして重ね、レンズの光集束作用を利用して、その拡

2

散放射光を所望の角度範囲内に均一等方的に拡散させることができる（実開平4-107201）。このレンズシートは艶消透明拡散板（艶消透明シート）と組合せて使用する場合には、単に艶消透明拡散板のみを用いたもの（米国特許第4729067号）よりも、光源の光エネルギーを所望の限られた角度範囲内に重点的に分配し、かつ、その角度範囲内では均一等方性の高い拡散光を得ることはできた。

【0003】

10 【発明が解決しようとする課題】しかし、前述した従来の技術の中、導光体裏面に光散乱板を設けただけの①では、放出光は導光体表面の法線方向に対して60度の角度をピークに比較的鋭い分布をすることになり、最も光を必要とする法線方向の輝度が不足し、斜め横方向に光エネルギーが散逸してしまう。また、従来の技術②では導光体の光放出面上の三角プリズム型レンチキュラーレンズシートが放出光を屈折集束することにより、光放出面の法線方向をピークとして30°～60°の角度内に放出される光エネルギー比率が高くなるが、一方で図14の様に法線方向から離れた方向（斜め方向）にも放出光のピーク（サイドローブ）が発生するという欠点があった。此の為、依然として観察者に寄与しない損失光が残存する。又このサイドローブは周囲に不要なノイズ光を輻射することにもなり不都合であった。更に、放出面内での輝度分布についても予想に反して、導光板側端部から2～4cm迄は高輝度であるが、それ以上遠ざかると輝度が漸次低下し、光源と反対側の端部では目立って暗くなると言う問題も生じることがわかった。

【0004】これらの欠点を改良すべく、

30 ③特開平1-245220号のように、導光体裏面の光散乱層を網点等のパターン状とし、且つそのパターンの面積を光源に近づく程小さく、光源から遠ざかる程大きくさせて導光板面内の輝度分布を補正、均一化させる試み。

④特開平3-9306号のように導光板の側端部の2箇所以上に光源を配置して導光板面内の輝度分布を補正、均一化させる試み。

がなされたが、いずれも完全に輝度を均一化することは難しく、又③では光放出面側から、光散乱層を網点が目立ってしまう欠点があり、又④では光源のスペース、消費電力とも2倍以上となる欠点があった。

【0005】本発明の目的は、前述の課題を解決し、所望の角度範囲内のみ均一かつ高輝度発光をし、光放出面内での場所による輝度のバラツキもなく、その際消費電力や発熱量を増大させることなく面発光を得られる、面光源及びその面光源を使用した表示装置を提供する事である。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記の目的は以下の本発明によって達成される。即ち、

50

3

(請求項1) 透光性平板又は直方体状空洞からなる導光体と、その導光体の側端面の少なくとも一面に隣接して設けられた線光源又は点光源と、前記導光体裏面の光反射層と、前記導光体表面の光放出面上に積層された凹又は凸のレンチキュラーレンズシートからなる面光源であって、前記レンチキュラーレンズシートは楕円柱単位レンズをその稜線方向が互いに平行になるように多数平面内に配列してなり、該楕円柱単位レンズは長軸方向が光放出面の法線方向を向いており、

$$1. \quad 4.0 \leq \text{屈折率} \leq 1.60$$

$$1. \quad 2.0 \leq \text{長軸}/\text{短軸} \leq 2.00$$

であり、かつレンチキュラーレンズシートの切込量(楕円柱単位レンズの長軸に沿った長さ)及び屈折率が、 $0.10 \leq \text{切込量}/\text{長軸} \leq 0.50$

である事の特徴とする面光源。

(請求項2) 前記レンチキュラーレンズシートのレンズ面の反対面と導光体の間に光拡散シートを積層したことを特徴とする請求項1記載の面光源。

(請求項3) 前記光拡散シートがランダム微小凹凸を少なくとも一方の表面に有しており、前記微小凹凸面は表面粗さが光源光の波長以上、 $100 \mu\text{m}$ 以下であり、かつ導光板表面の表面粗さが光源光の波長以下であることを特徴とする請求項2記載の面光源。

(請求項4) 請求項1～請求項3の面光源の光放出面上に透過型表示素子を積層してなる事の特徴とする表示装置。

$$X^2/a^2 + Y^2/b^2 = 1$$

但し、 a は短軸長、 b は長軸長で、 $a < b$ とした時、 $\text{長軸}/\text{短軸} = b/a$ 及び切込量 D と長軸長の比、即ち切

$$b/a = 1.85$$

$$D/d = 0.35$$

とするのが好ましい。楕円をこのように設計する理由としては、サイドローブが少なく光エネルギーの利用効率が良く、拡散角がシャープになり、光放出面の法線方向での高い輝度を得ることができることが、本発明者の種々研究の上確かめられた。

【0010】又式(2)から多少はずれても、その差が ★

$$1. \quad 2.0 \leq b/a \leq 2.00$$

$$0.10 \leq D/b \leq 0.50$$

$$1. \quad 4.0 \leq n \leq 1.60 \quad (n: \text{屈折率})$$

【0011】尚この単位レンズは、図2(A)の様な凸レンズが良好であるが、図2(B)の様な凹レンズでも良い。これら数値の最適範囲の意義及び、このように限定される理由を説明する。

(1) まず b/a についてであるが、以下の条件を総合して決定する。

(i) 図3の(A)、(B)で図示する通り、各単位レンズに入射する光線のうち、長軸 b に平行なものについては、主切断面形状が一般に光線入射方向(Lin)を長軸方向と一致させた楕円にすると球面収差が抑えられる

(3)

4

* 【0007】本発明の面光源及びそれを用いた表示装置は、図1の斜視図で示される構成となっている。導光板1、その側端部の少なくとも1箇所に隣接して設置された線状又は点状光源3、導光板の裏面の光反射層2、導光板の光反射層とは反対面に設置されたレンズシート4、とを最低限の構成となすものである。通常これらに、光源光反射鏡5、全体を収納し、光放出面を窓とした収納筐体(図示せず)、電源(図示せず)等も付随する。

10 【0008】導光板1の光反射層の反対面10は平滑面であり、表面粗さ(JIS-B-0601の十点平均粗さ R_z 等で計測される)は、光源光の波長以下に仕上げる。通常光源は可視光線であり、その波長は $0.4 \sim 0.8 \mu\text{m}$ であるから、表面粗さは $0.4 \mu\text{m}$ 以下とする。この程度の粗さに仕上げる方法としては公知の手法、例えば鏡面板での熱プレス、鏡面性の形を用いた射出成形、注型(キャストイング)成形、光学レンズ等で行われている精密研磨等を用いれば良い。

20 【0009】本発明で用いるレンズシート4は、楕円柱レンチキュラーレンズである。即ち、図2(A)のように楕円柱状の凸単位レンズ42をその稜線方向を平行にして隣接して配列させてなる柱状レンズ群(所謂レンチキュラーレンズ)であり、レンズシート4の法線方向に楕円の長軸方向が向いている。そして楕円の扁平度としては、楕円の式を、

式(1)

※ 込比 D/d は、例えば、アクリル樹脂で屈折率 $=1.5$ の物質を使用したとすると、

式(2)

★ 少ない間は式(2)の場合にほぼ近い特性を得ることが可能である。検討の結果、式(3)の範囲以内であれば、一応単なる光拡散性フィルム8のみの場合に比べ、良好な光エネルギー利用効率、シャープな拡散角、高い法線方向輝度を得ることができると判明した。

式(3)

ことが知られている。即ち、図3(A)、図4(A)のように真円柱レンチキュラーレンズを用いた場合、レンズの集光作用を利用して放出光を所定の拡散角 θ 内に集光させようとしても、実際に焦点Fに集光する光はレンズ中心付近の近軸光線LNのみであり、その他の光線LFは焦点をそれて散逸光となってしまう(いわゆる球面収差)。この際焦点をずれた光線LFは、所定の角 θ 内から散逸してしまい、光の損失及び不要なノイズ光となってしまう。レンチキュラーレンズの球面収差を最小にする為の幾何光学的条件は、レンチキュラーレンズの稜

50

(4)

線に直行する断面（主切断面）の楕円の偏平率 e とレン * * ズ材料の屈折率 n との間に、

$$n = 1/e$$

6

式(4)

の関係が成り立てば良い。また偏平率 e は、該楕円の長 ※ ※ 軸の長さ $2b$ と短軸の長さ $2a$ を使って、

$$e^2 = (b^2 - a^2) / b^2$$

式(5)

と書ける。よって、式(1)及び式(5)より、球面収 ★ ★ 差のなくなる最適条件は、

$$\text{長軸/短軸} = 2b/2a = b/a = n / (n^2 - 1)^{1/2} \quad \text{式(6)}$$

例えば、アクリル樹脂で屈折率 $=1.5$ の物質を使用し
たとすると、式(6)より、

長軸/短軸 $=1.34$

の時球面収差はなくなる。ただし実際には、導光板裏面の光拡散反射層2、導光板とレンズシートとの間の光拡散層8等による光拡散、屈折等により方向がそれる光線が一部生じる為、所定の拡散角 θ から逸脱する光エネルギーは零とはならないが、最小にはできる。実際には、前記最適値から若干はずれても、光の集束性は極端には落ちることなく良好な結果を与える。どの範囲まで良好であるかは、他の条件(ii)、(iii)をも満たすように決める。

【0012】(ii)凸レンズ(凹レンズも同様)の焦点距離 f は、レンズ面の曲率半径にほぼ比例する。よって式(7)からわかるように、楕円の長軸/短軸比 b/a が大きくなる程レンズ表面の曲率半径(特にレンズ先端部)は減少し、よって(レンズの屈折率 n 、単位レンズの繰り返し周期 P が一定とすれば)拡散角 θ (視野角)をより大きく広げさせることができる。通常液晶表示素子の背面光源用としては、拡散角を $30 \sim 60$ 度程度に設計する。かかる条件を満たす b/a 、 D/b を選ぶ。(iii)実際レンズを製造する際、直接透明基材を切削、プレス等で加工するにしても、あるいは先ず、金型やロール凹版を成形して、それを元に透明基材をプレス法、注型法等で加工するにしても、 b/a (及び D/b)があまり大きく尖ってしまうと加工しにくくなる。よって成形加工性からは b/a の上限は大体 2.0 程度(及びそれに加えて、後述のように D/b の上限も 1.0 以下、さらに好ましくは $D/b \leq 0.5$ 程度)となる。

【0013】(2)次に切込比 D/b であるが、(i)導光板からレンズシートに斜入力する光線のうち、透過させて、放出光として利用すべき量と、導光板側へ全反射でフィードバックさせ、別の場所で再利用すべき量との配分を最適化するように決定される。実験の結果、前記 b/a の範囲内のとき、 D/b が大きくなるに従って拡散角 α 内の輝度が上昇することがわかった。ただし、その作用機構は今のところ不明である。そして、 $D/b=0.1$ で、かつ $1.20 \leq b/a \leq 2.00$ のレンズシートを導光板上に載せエッジライト型面光源を形成した場合従来技術である導光板表面に艶消透明フィルムのみを載せたエッジライト型面光源と同等の輝度に落ちることが判った。よって、 $D/b \geq 0.1$ とする必要がある。図7(c)からも判るように、切込比 D/b を大きくするに連れて、出力光は面光源の法線方向を頂

上とした単峰特性となり、かつ法線方向輝度 $I(0)$ も高く拡散角 α も集束する。又 $D/b > 0.5$ 当たりから、図7(B)あるいは図8(B)に示すように、楕円側面低部 P_e 、 P_e 付近に臨界角 θ_c 以上で入射し、面光源の法線から大きくずれた発散光 L_{div} の影響が無視できなくなり、これがサイドロブ光となり、所定の拡散角を保ち、光エネルギーの損失を低減させることができなくなってくる。特に $D/b=1.0$ 近傍に近づくに連れて、比の影響が目立ってくる。放出光の輝度の面光源の法線からの角度 θ ($-90 \leq \theta \leq +90$)との関係 $I(\theta)$ として示すと、図7(D)のようにサイドロブ光 L_{div} によって、 $I(\theta)$ は双峰又は3峰特性となることがわかる。よって $D/b \leq 1.0$ 、より好ましくは $D/b \leq 0.5$ とする必要がある。

(ii)又レンズの加工適正からいっても $D/b=1.0$ (楕円の上半分を単位レンズとする)に近づくと、隣接するレンズ間の谷間が狭くなり、透明基材を直接切削研磨する場合でも刃物(バイト、ミル等)の先の形状への要求が鋭く尖り過ぎ、要求を満たす刃物がないかあるいは加工しにくくなる。 $D/b > 1.0$ となると、アンダーカット部があるため、加工は極めて困難である。又、金型を用いてプレス法、注型法で透明基材を成形する場合においても $D/b > 1.0$ である必要がある。

30 以上の条件(1)の(i)、(ii)、(iii)、及び(2)の(i)、(ii)を満たす条件が、式(3)の条件である。

【0014】図7の(A)は、本発明のレンチキュラーレンズにおける全反射臨界点 P_c の位置、及び光線の軌跡を示す図であり、(B)は、切込量 D が大きく、レンチキュラーレンズに全反射臨界点 P_c が含まれている場合の光線の軌跡を示す図である。(B)においては L_{div} が光線の軌跡に現れるが、(A)には現れない。

【0015】図8の(A)は、本発明のレンチキュラーレンズ($b/a=1.80$ 、 $D/b=0.22$)に拡散光線が入射した場合の光線の軌跡を、コンピュータシミュレーションにより求め描いた図であり、(B)は、切込量 D が大きく全反射臨界点 P_c が含まれているレンチキュラーレンズ($b/a=1.80$ 、 $D/b=0.83$)に拡散光線が入射した場合の光線の軌跡を、同様に求めたものである。図8の(A)では、全反射した光線の軌跡は「レンズ/空気」界面で3回~4回全反射を繰り返した後、導光板に戻され、再利用される。一方(B)では、1回「レンズ/空気」界面で全反射した光線の軌跡は、そのまま、空気中に透過し、その際、面光源の法線とのなす角は、更に大きくなる事によってサイ

7

ドロブが発生して、光エネルギーの損失が認められる。

【0016】凹レンズの場合は、前記の通り凸レンズに比べて、焦点の位置がレンズの全方か後方かの差である。従ってレンズシート4の焦点距離よりも充分遠方の観察者にとっては、凸レンズと実質同様の作用をなす。又双曲線レンチキュラーレンズの場合も、前記楕円柱レンチキュラーレンズの場合と同様である。

【0017】該楕円柱単位レンズの光線の挙動は、図3 *

$$\theta = 2 \tan^{-1} (p / 2f)$$

となる。ただし、pは単位レンズの開口幅（単位レンズが隙間なく密接して並んでいる場合は単位レンズの繰り返し周期に同じ）、fは焦点距離である。

【0018】図3と図4の比較からわかるように焦点のできる位置は凹レンズと凸レンズとで変わる。即ち、図3(B)のように凸レンズの場合結像は実像となり焦点はレンズ外部（光射出側）にできる。又図4(B)のように凹レンズの場合は、結像は虚像となり焦点はレンズ内部（光入射）にできる。但しいずれの場合に於いても、本発明の用途の場合、焦点距離はレンズ表面（即ち面光源表面）から観察者までの距離に比べて充分小さく取る為（通常10mm以下）、観察者に対する効果とし ※

$$X^2 / a^2 - Y^2 / b^2 = 1$$

（但し、ここで、b/aは漸近線の傾きで、 $a < b$ 、）で表現される双曲線柱型レンチキュラーレンズであっても同様な効果が期待できる。a、bの最適範囲も楕円柱の場合と同様である。

【0020】これらレンズシートは1枚構成で用いることもできるが、柱状レンズを用いてX、Y2方向（上下方向、左右方向等）の光拡散角を制御する為には図5のように2枚のレンズシートを、その稜線が直交するように積層しても良い。この場合レンズ面の向きは図5のように2枚とも同じ向きにするのが、光反射層2から飛来する光線のうち、比較的、光放出面の法線方向に近い成分の透過率の高さと、比較的、光放出面の法線方向から傾いた光線の導光板へのフィードバック率の高さとの均衡上最も良好であるが、勿論各レンズシートのレンズが対抗して向き合う（レンズ面は2枚のレンズシートの間）に挟まれる）様に積層することもできる。又該レンズシートは図2(A)のように透光性基材を一体成形して得ても良いし、又図2(B)のように透光性平板（又はシート）44の上に単位レンズ42を形成したものでも良い。

【0021】該レンズシート4は透光性基材から形成される。此处で透光性基材としては、ポリメタアクリル酸メチル、ポリアクリル酸メチル等のアクリル酸エステル又はメタアクリル酸エステルの単独若しくは共重合体、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート等のポリエステル、ポリカーボネート、ポリスチレン、ポリメチルペンテン等熱可塑性樹脂、或いは紫外線

8

* (B)、図4(B)に示した通りである。光軸に平行に入射する光線は、焦点Fに収束し、しかる後所定の拡散角 θ で発散する。該拡散角 θ は、球面収差が無視でき、導光板の平滑表面10、レンズシート4での全反射によって、導光板の法線から大きくはずれた光線は、導光板内にフィードバックされ、導光板裏面の光反射層の拡散反射によって生じた導光板の法線方向近傍の光線、即ち光軸にほぼ平行な光線のみが主にレンズに入射するとした場合、概略、

式(7)

※では凹、凸両レンズとも大差はない。但し、実験結果によれば、エッジライト型面光源に用いた場合、同形状でも凸レンズの方が凹レンズよりも法線方向輝度がより高く、かつ拡散角がより鋭い光出力が得られることがわかった。理由の詳細は不明であるが恐らく、レンズと光放出面側の空気層との界面で全反射を起こす光が凹レンズの場合はレンズの外方向に、凸レンズの場合はレンズの内方向に偏向するため、その差に起因すると思われる。

【0019】尚、以上の説明では専ら楕円柱型レンチキュラーレンズについて述べたが、単位レンズ断面が式 (6)、

式(8)

又は電子線で架橋した、多官能のウレタンアクリレート、ポリエステルアクリレート等のアクリレート、不飽和ポリエステル等透明な樹脂、透明な硝子等、透明なセラミックス等が用いられる。この透光性基材は、レンズシートとして用いる場合には、通常総厚みが20~1000 μ m程度とする。

【0022】レンズ形状を形成する方法としては、例えば、公知の熱プレス法（特開昭56-157310号公報記載）、紫外線硬化性の熱可塑性樹脂フィルムにロールエンボス版によってエンボス加工したのちに、紫外線を照射してそのフィルムを硬化させる方法（特開昭61-156273号公報記載）、レンズ形状を刻設したロール凹版上に紫外線又は電子線硬化性樹脂液を塗布し凹部に充填後、樹脂液を介してロール凹版上に透明基材フィルムを被覆したまま紫外線又は電子線を照射し硬化させた樹脂と、それに接着した基材フィルムとをロール凹版から離型し、ロール凹版のレンズ形状を硬化樹脂層に賦型する方法（特開平3-223883号、米国特許第4576850号等）等を用いる。該方法の場合、成形したレンズシートを巻き取って加工する都合上、加工時の龜裂発生等を防止する為、紫外線又は電子線硬化性樹脂としては、比較的柔軟性、柔軟性のあるものを選定する。

【0023】透光性基材に要求される透光性は、各用途の使用に支障のない程度に、拡散光を充分透過するように選定する必要があり、無色透明が一番望ましいが、用途によっては着色透明又は艶消半透明であってもよい。

(6)

9

ここで、艶消透明とは、透過光を半立体角内のあらゆる方向にほぼ均一等方的に拡散透過させる性質をいい、光等方拡散性と同義語に用いられる。つまり、艶消透明とは、透明性基材の表面の法線方向とのなす角を θ とした *

$$I^0(\theta) = I^0_{mp} \cos \theta, \text{ 但し、} -90^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$$

)

θ は法線Nとのなす角、 I^0_{mp} は法線方向の透過光強度又はそれに類似する分布となることを云う。

【0024】該レンズシート4の裏面（レンズ面の反対面）には、微小凹凸（微小突起群41）を有する光拡散シート8と積層して使用することが好ましい。此の理由は、エッジライト型面光源の場合は後述するように、光放出面内の輝度分布を均一化する為である。光拡散シート8表面に形成する高さが光源光の波長以上、 $100\mu\text{m}$ 以下の微小凹凸41は、透光性基材の表面に熱プレスによるエンボス加工、サンドブラスト加工等で直接形成することも出来るし、その他、透光性基材の平坦な表面に突起を有する透光性材料層を形成することによっても出来る。具体的には、炭酸カルシウム、シリカ、アクリル樹脂等の透明な微粒子を透明バインダーに分散させた塗料を塗工して、塗膜の表面に微粒子の凹凸を現出させる方法、或いは前記の特開平3-223883号、米国特許第4576850号等に開示されるロール凹版上で紫外線又は電子線硬化性樹脂液を表面が艶消し微小凹凸となる様に成形する方法等を用いる。

【0025】該突起41は、図6のように表面粗さが光源光の波長以下の導光板1と光拡散シート8との間、及び/又は、光拡散シート8とレンズシートの平滑表面10との間に光源光の波長以上の間隙9（寸法 ΔX ）を少なくとも部分的に形成させる事が目的である。後述するように間隙 ΔX が光源光の波長未満だと、導光板1の平滑平面10での光全反射が十分に起きなくなり、又 $100\mu\text{m}$ 超過だと突起の凹凸形状が目立ってきて不都合である。

【0026】此の目的が達せられれば該突起41はいかなる凹凸形状でも良いが、所望の拡散角内での均一な輝度の角度分布と光源面内での均一な輝度分布とを得る点から、最も良好な態様は、光拡散シート8の表面にランダムな凹凸形状（例えば砂目模様、梨地模様等）を全面に形成したものである。此の様にすると、図6に示すように光拡散シート8の表面から入射した光L1、L2S等は該突起群41が光拡散層としても作用して光を等方的に拡散する為、均一な角度分布がえられ、又網点状のパターンが目立つこともなく良好である。

【0027】勿論、上記の如く光拡散性シート8を、レンズシート4と導光板の平滑平面10との間に介在させる事その他、該レンズシートの裏面（レンズ面の反対面）に、艶消し透明性と表面の波長以上、 $100\mu\text{m}$ 以下の突起群41を設けるようにしてもよい。このような微小凹凸41は、一体成形レンズシート4の裏面に前述の光

10

* 場合に、平行光束を裏面から入射させたとき（入射角 $i = 0^\circ$ ）における透過光強度の角度分布 $I^0(\theta)$ が \cos 分布

式(9)

拡散シートと同様の加工方法により形成することが出来る。

【0028】本発明で用いる導光板1の材料としては、前記のレンズシートの材料と同様の透光性材料の中から選択する。通常は、アクリル又はポリカーボネートの樹脂が用いられる。導光板の厚みは、通常1~10mm程度のものが用いられる。

【0029】本発明で用いる光源3としては、蛍光灯等の線光源が全面均一の輝度を得る上で好ましいが、白熱電球等の点光源を用いる事も可能である。該光源3は図示した様に導光板の側端部の外に隔離して設ける以外に、導光板1の側端部を一部切り欠いて、一部又は全部を導光板の中に埋設する事も可能である。高輝度と輝度の面内での均一性向上の点から、光源3を導光板1のもう片方の側端部にも設置する事もできる。光源光反射鏡5としては公知のもの、例えば放物面柱、双曲線柱、楕円柱等の形状をした板の内面に金属蒸着をしたものが用いられる。

【0030】エッジライト型面光源の場合、導光板の平滑平面10上には、前記の光拡散シート8を積層し、さらにその光拡散シート8の上にはレンズシート4を積層する。その際図6のようにレンズシート4のレンズ面を外側（平面10の反対面）に、微小凹凸41が内側（平面10側）を向くようにして載せることにより、レンズシート4の平滑面7と光拡散シート8の突起群41及び/又は導光板1の平滑平面10と光拡散シート8の突起群41の間に、光源光の波長 λ 以上の空隙9が少なくとも一部分はできるようにする。空隙部分9の面積比率R即ち、

$$R = (\text{波長}\lambda\text{以上の空隙のある部分の面積} / \text{導光板全表面積}) \times 100\%$$

は、要求される面内での輝度の均一性、光エネルギーの利用効率、導光板の寸法等により決定されるが、通常は、比率Rは80%以上、より好ましくは90%以上必要である。

【0031】この理由としては、実験の結果、図19の様な、ともに表面粗さが光の波長以下の平滑な導光板表面10とレンズシートの裏面7とを密着させた場合導光板表面10とレンズシート裏面7との界面は光学的には消失し、線光源3からの入力光のうち大部分が、光源側の側端部から距離yの所で臨界角未満で入射し全反射することなく放出され、その結果yより遠い所では急激に輝度が低下して暗くなることが判明した。勿論、光線L4のように、直接光源から、遠方のレンズシートに到達

50

(7)

11

する光線もあるが、これらは、強度的には、距離の2乗で減衰しており、輝度向上には余り寄与しない。そして、発光部の長さ y と導光板の光伝播方向の全長 Y に対する比率、 $(y/Y) \times 100 = 10 \sim 20\%$ である事 *

(透過光量/全反射光量) = (波長 λ 以上の空隙のある部分の面積/導光板全表

面積) = R

で近似されることから、Rは80~90%以上必要となる事が判明した。

【0032】レンズシート4と導光板1との間に光源光の波長以上の空隙を形成する方法としては、レンズシート4を、そのレンズ面42と突起群41の向きを図1とは反転させて置くことも出来る(図示せず)。但しこの場合は、一旦レンズ面42で所望の角度内に集束された光が、再び等方的に発散してしまう為、光の拡散角を最適値である法線を中心とした30度~60度内に制御することが難しい。

【0033】光反射層2は、光を拡散反射させる性能を持つ層であって、以下のように構成することができる。

① 導光板層の片面に、高隠蔽性かつ白色度の高い顔料、例えば、二酸化チタン、アルミニウム等の粉末を分散させた白色層を塗装などによって形成する。

② サンドブライト加工、エンボス加工等によって艶消微細凹凸を形成した導光板の凹凸模様面に、更に、アルミニウム、クロム、銀等のような金属をメッキ又は蒸着等して、金属薄膜層を形成する。

③ 隠蔽性が低く単にマット面を塗布で形成した白色層に、金属薄膜層を形成する。

④ 網点状の白色層に形成し、光源から遠ざかるに従って面積率を増やして、光源の光量が減衰するのを補正するようにしてもよい。

【0034】面光源の光の分布状態を評価するには、拡散角が有効である。拡散角としては例えば半値角 θ_H が用いられる。これは、透過光輝度(又は強度)が光放出面の法線からの角度 θ の減少関数 $I(\theta)$ とした時に、 $I(\pm\theta_H/2) = I(0)/2$ となる角 θ_H として定義される。

【0035】尚、本発明の面光源100の光放出面上に、図1のように透過型表示素子6を載置することにより、本発明の透過型表示装置を得る。透過型表示装置としては、液晶表示素子(LCD)エレクトロクロミックディスプレイ(ECD)等が用いられる。

【0036】

【作用】請求項1、及び請求項4の楕円柱レンチキュラーレンズは、前記の通りサイドローブが少なく光エネルギーの利用効率が高く、拡散角がシャープになり、高い法線輝度を得ることができる。この楕円柱レンチキュラーレンズの作用について説明する。式(3)のようにレンズシートを設計すると、既に述べたように、エッジライト型面光源における、導光体裏面の光拡散反射層、導光板、空隙、光拡散シート、レンズシートの各種界面に

12

*が判明した。よって、光源から導光板平面10に入射する光エネルギー量を全長さ Y に均等に分配する為には、平面10への入射光のうち10~20%だけは透過させ、残り90~80%を全反射させる必要がある。概ね、

式(10)

於ける光の反射(全反射又は部分反射)、透過屈折、拡散(透過又は反射)の配分、バランスが最適化され、光源3から出た光線は導光体1の全面に分配されて輝度の光放出面内の分布を均一化させ、又主に光放出面の法線近傍に向かって導光板から出て来る光線をレンズで集束させる為、放出光を所望の拡散角内に分布させることができ、光放出面の法線から大きく傾いて導光板から出てくる光線は、大部分導光板側へフィードバックされ、再利用される為、光エネルギーの損失となるサイドローブ光をなくし、光のエネルギーの中所望の拡散角外へ洩れる量を低減させる。

【0037】更に請求項2の発明では、図1のように、光拡散シート8の表面に突起群41を形成し、それにより導光板の平滑平面10とレンズシート4との間に、少なくとも部分的に、空隙9を形成する。この空隙部9では、通常1.5程度の導光板1と屈折率1.0程度の空気層(乃至は真空層)とが平面10を界面として隣接する為、図17の場合と同様の光全反射が起こる。そのため光源近傍の領域では平面10に臨界角未満で入射し透過していく光線L1Tの10~20%の透過光によって放出光がえられ、又光源から離れた領域では該空隙部9の界面で全反射した後、裏面の光拡散反射層2で拡散反射した光線のうち臨界角未満の成分L2Tによって放出光が得られる。

【0038】勿論、L2Tの中でも、一部、突起群41と平面10とが接触している領域に入射した光は、全反射せず、そのまま透過し放出光となる。空隙部の面積比Rが80~90%以上の場合、全面ほぼ均一な輝度分布となる。ある。又ここで、突起の高さ(即ち空隙部の間隔)を、光源光の一波長以上にしたことにより、面10での全反射が確実なものとなる。その理由としては、図9のように、導光板内部から導光板の平滑平面10入射した光線L1が全反射して反射光L1Rになる場合、厳密に言うと光の電磁場は全く空気(又は真空)9の中に存在しない訳ではなく、一部トンネル効果により界面10を透過した電磁場L1Vが存在している。但し、此の電磁場L1Vは指数関数的に減衰し、光の波長程度のオーダーで振幅は0となる。よって、空隙9が光の波長に比べて充分大きな距離続けば、光線L1は事実上全く、空隙部9の中には入らない。

【0039】ところが、図10のように導光板1とほぼ同屈折率のレンズシート4が、導光板の面10に対して、光の波長 λ 未満の距離 ΔX 迄近づくと($\Delta X < \lambda$)、完全に減衰せずにレンズシート4に入った電磁場

13

L1Vは再び進行波L1Tとなる、即ち透過光L1Tが生じてしまう。

【0040】本発明に於いては、光拡散シート8の表面に突起41が形成してある為、図11のように導光板1と光拡散シート8との間及び／又は光拡散シート8とレンズシート4との間には空隙部9を有する領域と空隙部が無く光学的に両者が一体化している（或いは空隙が有っても光の波長未満）領域とができる。これらのうち、空隙部では入射光の全反射が起こり、空隙のない部分では入射光は透過する。空隙部面積の導光板全面積に対する比で、面10で全反射する光量の比が決まることは前述の通りである。

【0041】

【発明の効果】本発明の面光源は特定形状のレンチキュラーレンズの作用によりサイドロップが少ない為、導光板から放出された光は殆ど所定の拡散角内に集光され、本来無駄になる面光源の斜め～接線方向に散逸するはずの光エネルギーも導光板に戻されて観察に有効な照明光として利用できる。その為、エネルギーの利用効率も良く、高輝度であり、且つ面光源側面にノイズ光を放出することもない。また、レンチキュラーレンズシートを置いても、導光板表面での光全反射による導光板内全体への光源光の均一な分配を妨げることがなく光放出面内での輝度分布は均一である。また、光拡散シートを併用することによって、より一層光放出面内での輝度分布の均一性が高く、かつ導光板裏面の光拡散パターンも良好に不可視化される。さらに、本発明の面光源を用いた表示装置は、電力等エネルギー利用効率が高く、高輝度で、適度な視野角を持ち、且つ前面均一な輝度の表示を得る事ができる。

【0042】

【実施例1】

（レンチキュラーレンズの成形工程）図12の様な装置を用い、以下の工程により製造した。

①厚さ100 μ mの無色透明な2軸延伸ポリエチレンテレフタレート基材フィルムの巻取りロール11を用意した。

②金属円筒表面に楕円柱レンチキュラーレンズ形状の逆型（同一形状で凹凸が逆）15を刻設したロール状凹版14を用意し、これを中心軸の回りに回転させつつ、Tダイ型ノズル21から紫外線硬化型樹脂液16を版面に供給し、レンズの逆型の凹凸表面を充填被覆した。

③次いで前記基材フィルム12を巻取りロール11からロール状凹版14の回転周速度と同期する速度で巻出して、押圧ロール13で基材フィルムを該ロール凹版上に、該樹脂液を間に介して積層密着させ、その儘の状態で水銀燈23、23からの紫外線を基材フィルム側から照射し、該逆型内で樹脂液を架橋硬化させると同時に基材フィルムと接着した。

④次いで剥離ロール18を用いて走行する基材フィルム

(8)

14

を、それに接着したレンズ形状19の成形された硬化樹脂と共に剥離し、

⑤斯くして、楕円柱レンチキュラーレンズシート20を得た。

ちなみに；

レンズ形状；図2（A）の通り、

・単位レンズ形状；凸楕円柱（長軸をレンズシートの法線方向に向ける。）

・長軸長 $2b = 230\mu\text{m}$

10 ・短軸長 $2a = 128\mu\text{m}$

・長軸長／短軸長 $= 2b / 2a = 1.80$

・レンズ単位の繰返し周期 $p = 110\mu\text{m}$

・切込比 $D/b = 0.34$

・切込量 $D = 50\mu\text{m}$

紫外線硬化性樹脂液；

・多官能ポリエステルアクリレートオリゴマー

・光反応開始剤

を主成分とする。

【0043】（光拡散シートの成形工程）

20 ①金属円筒表面に#80のサンドブラストして得た微小凹凸（突起群）を刻設したロール状凹版を用意した。

②次いで、厚さ50 μ mの無色透明な2軸延伸ポリエチレンテレフタレートの透光性基材を巻取りロールから巻戻し、レンズ成形工程と同様の装置、樹脂液、を用いて、透光性基材の表面に艶消剤を含まない紫外線硬化型樹脂硬化物よりなる艶消し透明の微小凹凸を成形した。

③斯くして、本発明に仕様する光拡散層を得た。

ちなみに；、

微小凹凸

30 ・ヘイズ値 $= 88.8$

・表面光沢度（JIS-Z-8741） $= 11.3$

・表面粗さ（JIS-B-0601の十点平均粗さ） $R_z = 38.4\mu\text{m}$

【0044】

【実施例2】実施例1で製造した楕円柱レンズシート2枚を稜線を直行させ、レンズ面をいずれも光放出面方向へ向けて重ね、その直下に光拡散シート及び導光板を積層して、図1の如きエッジライト型面光源を得た。

導光板；

40 ・材料；ポリメチルメタアクリレート重合体樹脂

・形状；直方体。

厚み×幅×奥行（光の伝播方向） $= 4 \times 150 \times 200\text{mm}$

・表面；十点平均粗さが全面に於いて $R_z = 0.1\mu\text{m}$ 未満の平滑性に仕上げた。

・裏面；導光板の裏面に艶消し透明インキを円形の網点状に印刷し、その裏面にアルミニウムをポリエチレンテレフタレートフィルムに真空蒸着した鏡面反射性フィルムをおいた。網点はシリカの微粉末をアクリル系樹脂のバインダーに分散させたものを用いシルクスクリーン印

50

15

刷で形成した。網点の配列は、繰り返し周期2mmで縦・横方向に配列させた。網点の直径は光源に近い所では0.1mmとし、光源からの距離に比例して大きくし、光源と反対側の端部で1mmとした。

光源；線光源として、5Wの白色蛍光灯を導光板の両端に配置した。導光板と反対側には金属性の反射鏡を置いた。

以上の構成の面光源の性能は以下の通り。

- ・輝度の角度分布は図13の通り。
- ・半値角 $\theta_h = 70^\circ$
- ・法線方向輝度（導光板中央部） $= 2260 \text{ cd/m}^2$
- ・法線方向輝度の光放出面内の分布； $\pm 5\%$ 以内。目視でも略均一
- ・サイドロープ発生無し。

【0045】

【実施例3】レンズ形状を下記のように変える他は実施例2に同じとした。

レンズ形状；

- ・単位レンズ形状；凸楕円柱（長軸をレンズシートの法線方向に向ける。）
- ・長軸長 $2b = 230 \mu\text{m}$
- ・短軸長 $2a = 128 \mu\text{m}$
- ・長軸長／短軸長 $= 2b / 2a = 1.80$
- ・レンズ単位の繰り返し周期 $p = 95 \mu\text{m}$
- ・切込比 $D/b = 0.31$
- ・切込量 $D = 36 \mu\text{m}$

以上の構成の面光源の性能は以下の通り。

- ・輝度の角度分布は大略図13の通り（図示せず）。
- ・半値角 $\theta_h = 68^\circ$
- ・法線方向輝度（導光板中央部） $= 2101 \text{ cd/m}^2$
- ・法線方向輝度の光放出面内の分布； $\pm 5\%$ 以内。目視でも略均一
- ・サイドロープ発生無し。

【0046】

【実施例4】レンズ形状を下記のように変える他は実施例2に同じとした。

レンズ形状；

- ・単位レンズ形状；凸楕円柱（長軸をレンズシートの法線方向に向ける。）
- ・長軸長 $2b = 230 \mu\text{m}$
- ・短軸長 $2a = 128 \mu\text{m}$
- ・長軸長／短軸長 $= 2b / 2a = 1.80$
- ・レンズ単位の繰り返し周期 $p = 75 \mu\text{m}$
- ・切込比 $D/b = 0.19$
- ・切込量 $D = 22 \mu\text{m}$

以上の構成の面光源の性能は以下の通り。

- ・輝度の角度分布は大略図13の通り（図示せず）。
- ・半値角 $\theta_h = 65^\circ$
- ・法線方向輝度（導光板中央部） $= 1865 \text{ cd/m}^2$
- ・法線方向輝度の光放出面内の分布； $\pm 5\%$ 以内。目視

(9)

16

でも略均一

- ・サイドロープ発生無し。

【0047】

【実施例5】レンズ形状を下記のように変える他は実施例2に同じとした。

レンズ形状；

- ・単位レンズ形状；凸楕円柱（長軸をレンズシートの法線方向に向ける。）
- ・長軸長 $2b = 204 \mu\text{m}$
- ・短軸長 $2a = 150 \mu\text{m}$
- ・長軸長／短軸長 $= 2b / 2a = 1.36$
- ・レンズ単位の繰り返し周期 $p = 130 \mu\text{m}$
- ・切込比 $D/b = 0.49$
- ・切込量 $D = 50 \mu\text{m}$

以上の構成の面光源の性能は以下の通り。

- ・輝度の角度分布は大略図13の通り（図示せず）。
- ・半値角 $\theta_h = 72^\circ$
- ・法線方向輝度（導光板中央部） $= 2028 \text{ cd/m}^2$
- ・法線方向輝度の光放出面内の分布； $\pm 5\%$ 以内。目視でも略均一
- ・サイドロープ発生無し。

【0048】

【比較例1】実施例2に於いて、レンズシート凸楕円柱レンチキュラーレンズに代えて、下記の三角柱プリズム型レンチキュラーレンズを仕様した。

- ・断面形状；直角二等辺三角形。90度の頂角を面光源の法線方向に向ける。
- ・単位レンズの繰り返し周期（一辺の長さ） $= 100 \mu\text{m}$

- ・材料、層構成、製法は実施例1の凸楕円柱レンチキュラーレンズと同様。

以上の構成の面光源の性能は以下の通り。

- ・輝度の角度分布は図14の通り。
- ・半値角 $= 68^\circ$
- ・法線方向輝度（導光板中央部） $= 2074 \text{ cd/m}^2$
- ・法線方向輝度の光放出面内の分布； $\pm 5\%$ 以内。目視でもほぼ均一
- ・サイドロープ発生有り。（法線から $\pm 75^\circ$ 方向にピーク）

- ・サイドロープピーク輝度／法線方向輝度 $= 26\%$

【0049】

【比較例2】実施例2に於いて、以下の形状の凸楕円柱レンチキュラーレンズを使用した。

レンズ形状；

- ・単位レンズ形状；凸楕円柱（短軸をレンズシートの法線方向に向ける。）
- ・長軸長 $2b = 150 \mu\text{m}$
- ・短軸長 $2a = 204 \mu\text{m}$
- ・長軸長／短軸長 $= 2b / 2a = 0.74$
- ・レンズ単位の繰り返し周期 $p = 177 \mu\text{m}$

(10)

17

切込比 $D/b = 0.49$ 切込量 $D = 37 \mu\text{m}$

その他は実施例2と同じとした。以上の構成の面光源の性能は以下の通り、

- ・輝度の角度分布は図15の通り。
- ・半値角 = 84度
- ・法線方向輝度（導光板中央部） = 1734 cd/m^2
- ・法線方向輝度の光放出面内の分布； $\pm 5\%$ 以内。目視でもほぼ均一
- ・サイドロブ発生有り。（法線方向より、 ± 75 度離れた方向に輝度のピークあり）

サイドロブピーク輝度／法線方向輝度 = 37%

【0050】

【比較例3】実施例2に於いて、レンズシートの裏面に光拡散シートを介在させない物を使用した。レンズシート裏面は、基材フィルム表面自体であり、フィルム裏面及び導光板表面の十点平均粗さ R_z は $0.1 \mu\text{m}$ 未満の平滑平面とした。その他は実施例2と同じとした。以上の構成の面光源の性能は、光放出面の法線方向輝度が光源側端部近傍 4 cm までは高輝度であるが、光源からの距離とともに急激に低下し、光源から 5 cm の所では目視で暗く感じる程に輝度が低下してしまった。

【0051】

【比較例4】実施例2に於いて、レンチキュラーレンズと光拡散シートを取り除き、代わりに以下の構成の艶消し透明シート2枚を導光板の光放出面10上に載せた（従来技術に相当）。

艶消し透明シート： $50 \mu\text{m}$ 厚の2軸延伸ポリエチレンテレフタレートフィルムの両面に、艶消剤として炭酸カルシウムの粒径 $1 \sim 5 \mu\text{m}$ の粒子を分散させた2液硬化型ポリウレタンの塗料を塗工し乾燥時の膜厚 $5 \mu\text{m}$ の塗膜を形成したシート。

以上の構成の面光源の性能は、

- ・輝度の角度分布は図16の通り。
- ・半値角 = 70 度（ただし、半値角の外でも急には減衰せずある程度の放出光が分布する。）
- ・法線方向輝度（導光板中央部） = 1491 cd/m^2
- ・法線方向輝度の光放出面内の分布； $\pm 5\%$ 以内。目視でも均一。
- ・サイドロブ発生無し。

【0050】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のエッジライト型面光源、及びそれを用いた透過型表示装置の実施例の斜視図。

【図2】本発明で用いるレンズシートの実施例の斜視図。楕円柱型レンチキュラーレンズの場合。（A）は凸レンズ、（B）は凹レンズの場合。

【図3】レンズシートの光線の挙動、特に球面収差を単位レンズで説明した図。（A）は凸真円柱レンズの場合、（B）は本発明の凸楕円柱レンズの場合。

18

【図4】レンズシートの光線の挙動、特に球面収差を単位レンズで説明した図。（A）は凹真円柱レンズの場合、（B）は本発明の凹楕円柱レンズの場合。

【図5】本発明で用いるレンズシートの別の実施例の斜視図。楕円柱型レンチキュラーレンズ2枚を、両者の軸が直行する様に積層した場合。

【図6】本発明のエッジライト型面光源の実施例の断面図。導光板とレンズシートとの界面に、両面が微小凹凸を有する光拡散シートを挿入し、2か所（2層）の空隙を形成した例。

【図7】（A）本発明のレンチキュラーレンズにおける全反射臨界点 P_c の位置、及び光線の軌跡を示す図。

（B）切込量 D が大きく、レンチキュラーレンズに全反射臨界点 P_c が含まれている場合の光線の軌跡を示す図。

【図8】（A）本発明のレンチキュラーレンズに拡散光線が入射した場合の光線の軌跡を示す図。

（B）切込量 D が大きく全反射臨界点 P_c が含まれているレンチキュラーレンズに拡散光線が入射した場合の光線の軌跡を示す図。

【図9】導光板表面の平滑平面で全反射する光線の挙動を示す断面図。一部空気中に電磁場がトンネル効果で滲み出ている。

【図10】導光板からトンネル効果で滲み出した光線がレンズシート内で再び進行波となることを示す断面図。

【図11】本発明で用いる光拡散シートに於いて、導光板から外部へ向かって進行する光線が一部全反射され、一部透過することを示す断面図。

【図12】本発明の製造方法の一例を示す断面図。（実施例1）に対応する。

【図13】本発明（実施例2）のエッジライト型面光源の特性。長軸が法線方向に向いた凸楕円柱レンチキュラーレンズを用いた場合の、放出光輝度の角度分布を図示する。

【図14】（比較例2）のエッジライト型面光源の特性。三角柱レンチキュラーレンズを用いた場合の、放出光輝度の角度分布を図示する。

【図15】（比較例3）のエッジライト型面光源の特性。短軸が法線方向に向いた凸楕円柱レンチキュラーレンズを用いた場合の、放出光輝度の角度分布を図示する。

【図16】（比較例4）のエッジライト型面光源の特性。艶消し透明シート2枚を導光板の光放出面上に載せた。

【図17】従来技術のエッジライト型面光源の断面図。導光板上にレンズシートなしの場合。

【図18】従来技術のエッジライト型面光源の斜視図。導光板上にレンズシートを、間に空隙を置かず、密着させた場合。

【図19】図18の拡大断面図。レンズシートと導光板

(11)

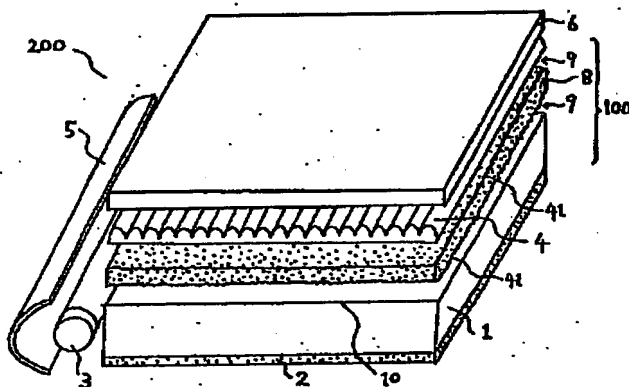
19

との界面が光学的に消滅一体化している事を示す。

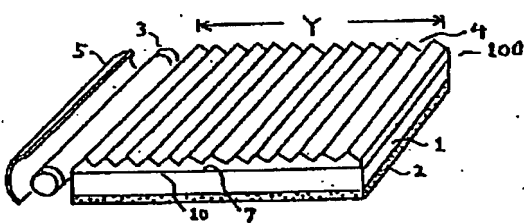
【符号の説明】

- 1 導光板
- 2 光反射層
- 3 光源 (ユニット)
- 4 レンズシート
- 5 反射鏡
- 6 液晶表示装置等の透過型表示装置
- 7 レンズシート裏面の平滑平面
- 8 光等方拡散性シート (光拡散層)
- 9 空隙
- 10 導光板表面の平滑平面。
- 11 巻取りロール
- 12 基材フィルム
- 13 押圧ロール
- 14 ロール状凹版

【図1】



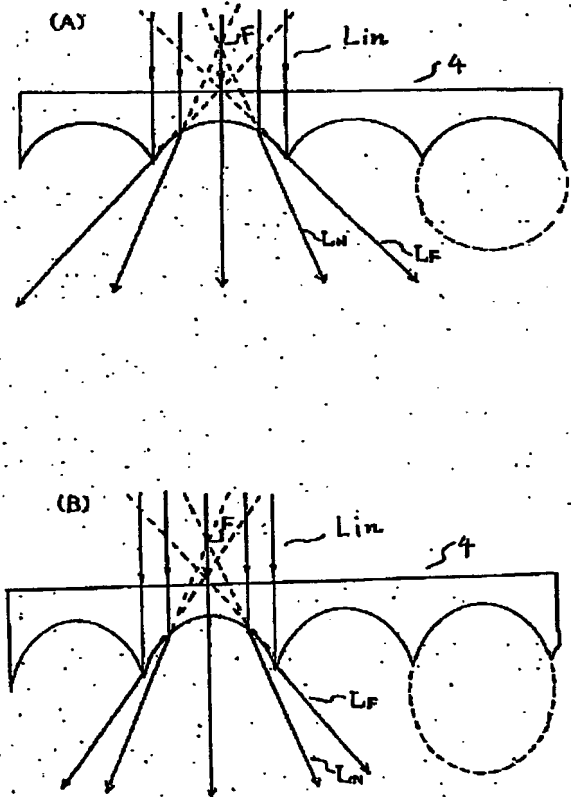
【図18】



20

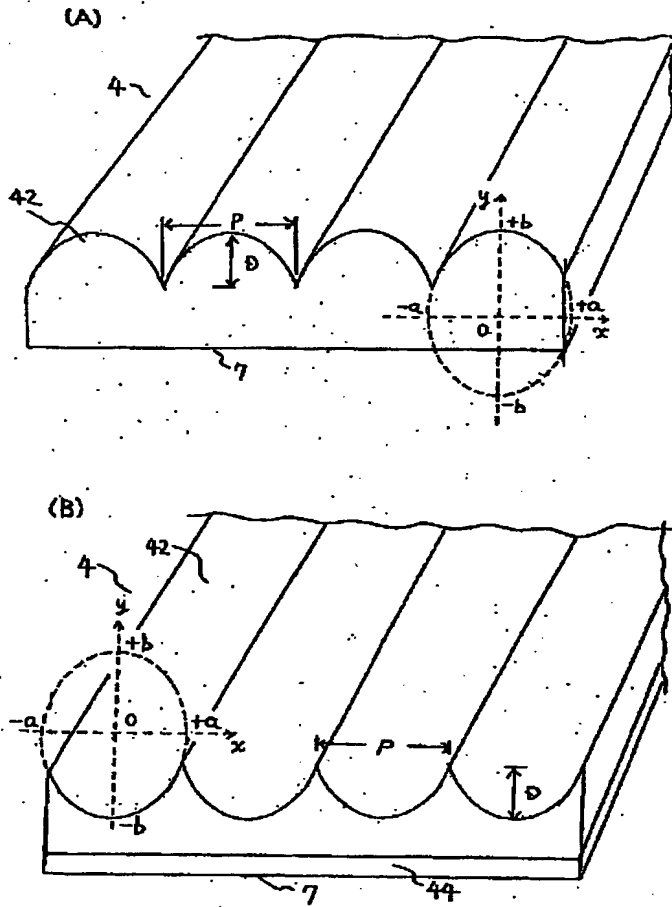
- 15 レンズ形状の逆型
- 16 紫外線硬化型樹脂液
- 17 レンズ逆型内の未硬化樹脂液
- 18 剥離ロール
- 19 レンズ形状 (レンズ単位)
- 20 レンズシート
- 21 Tダイ型ノズル
- 22 液溜まり
- 23 水銀燈
- 100 41 レンズシートの突起 (群)
- 42 レンズ単位
- 43 突起群を有する透明層
- 44 透明基材層
- 1000 面光源
- 2000 表示装置

【図4】

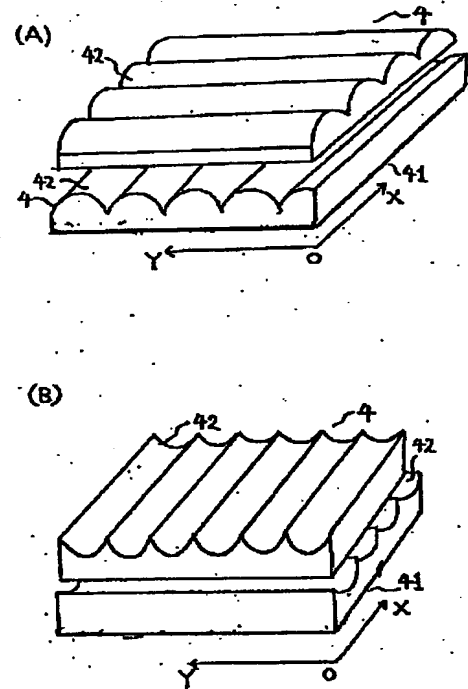


(12)

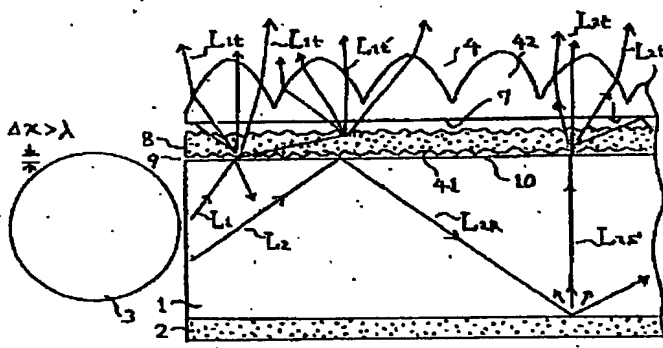
【図2】



【図5】

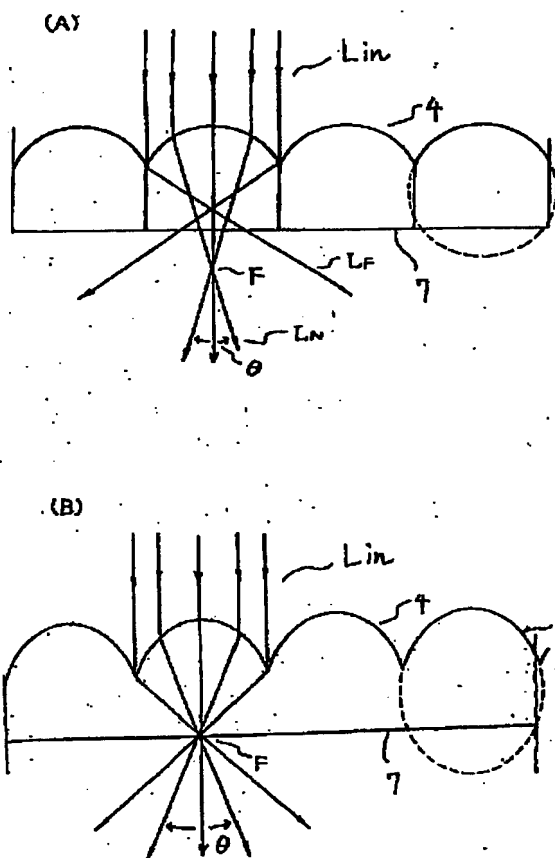


【図6】

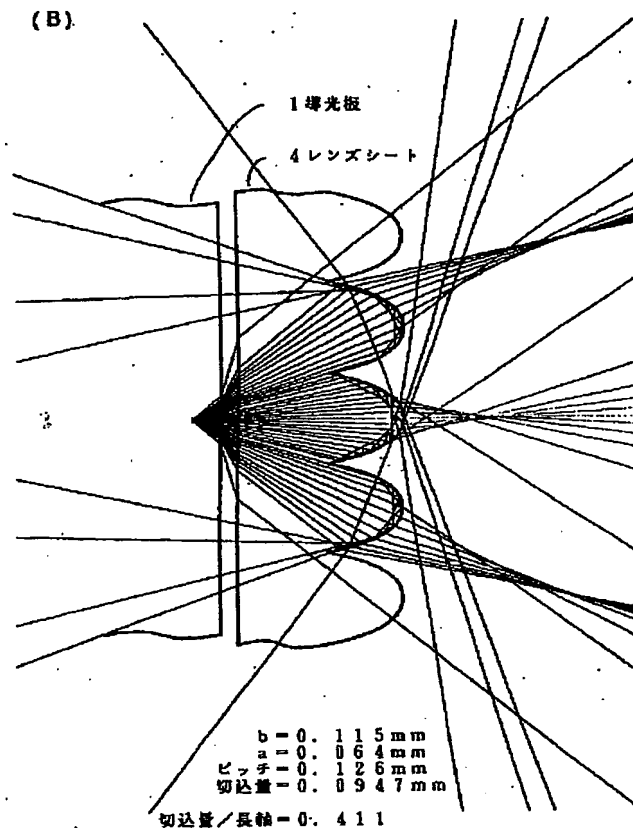


(13)

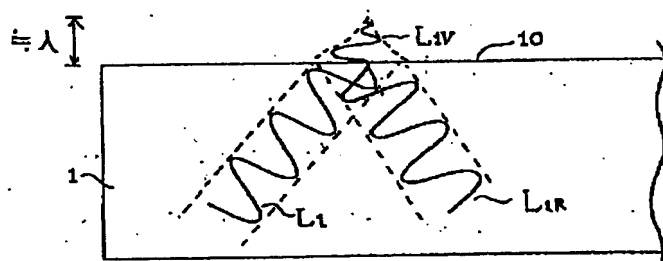
【図3】



【図8】

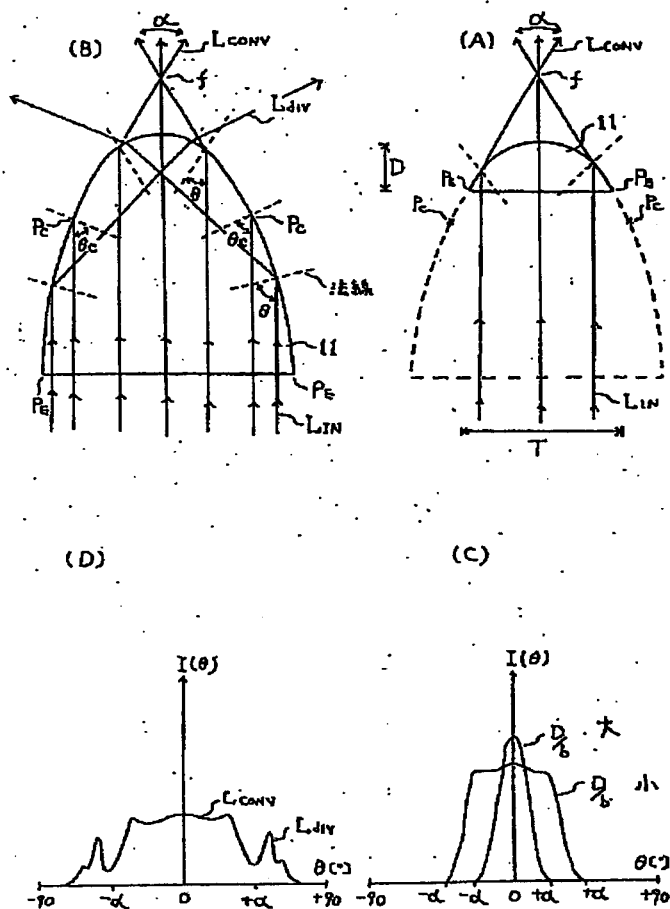


【図9】

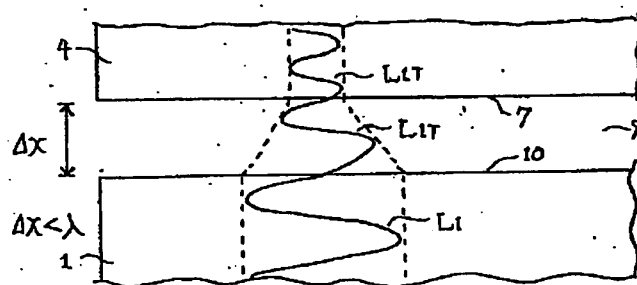


(14)

【図7】

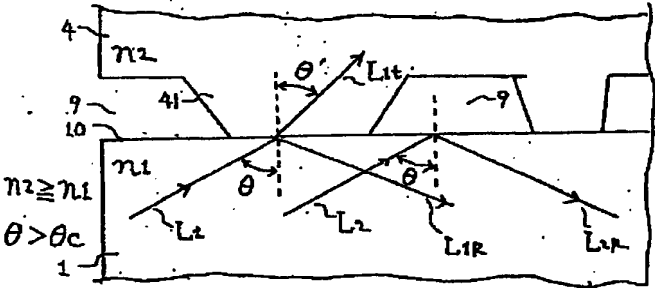


【図10】

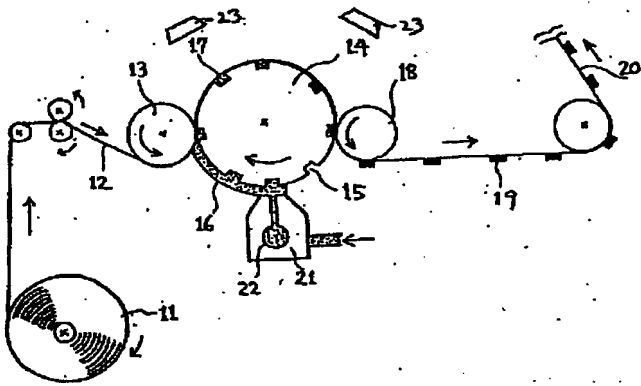


(15)

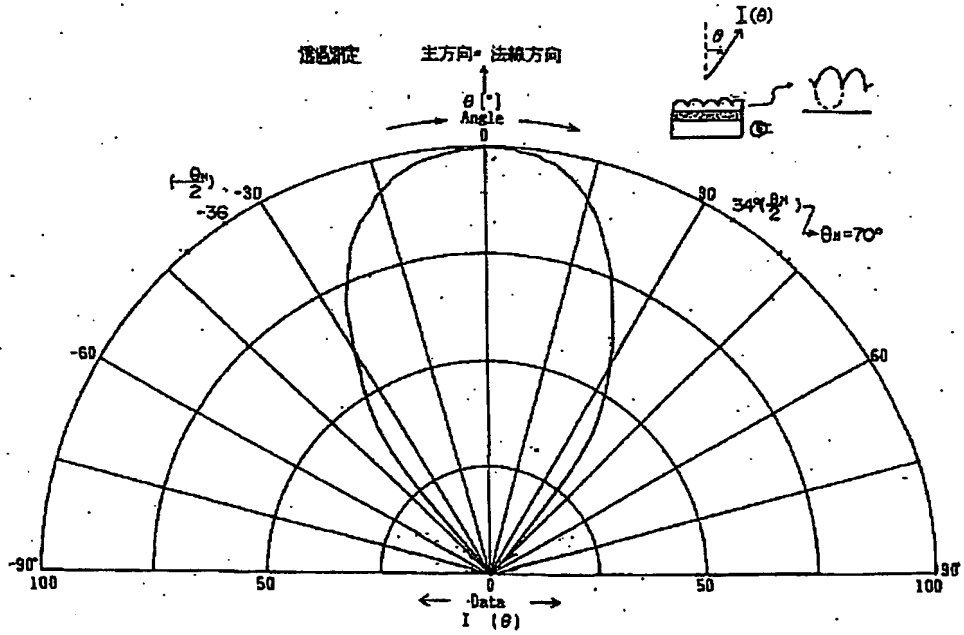
【図11】



【図12】

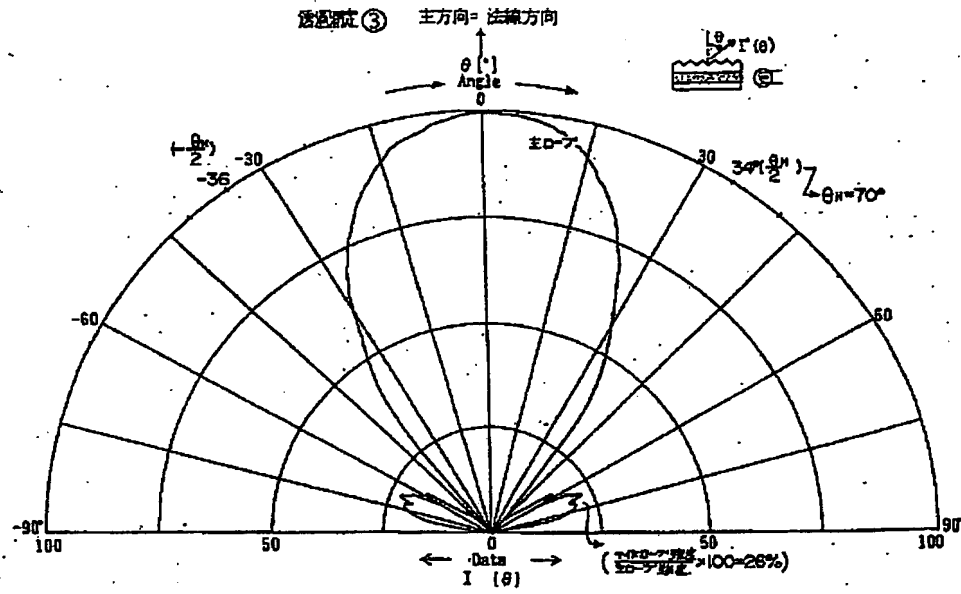


【図13】

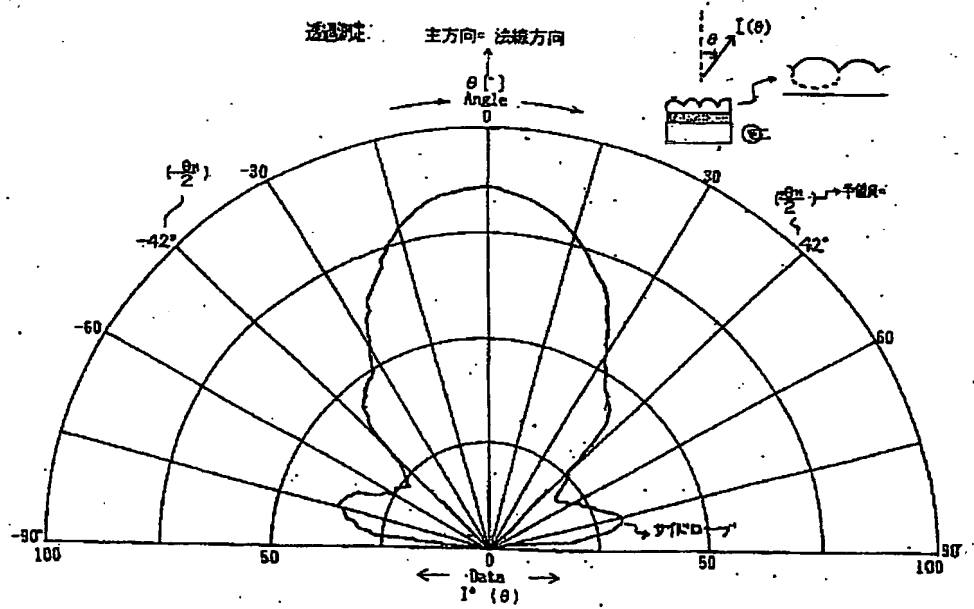


(16)

【図14】

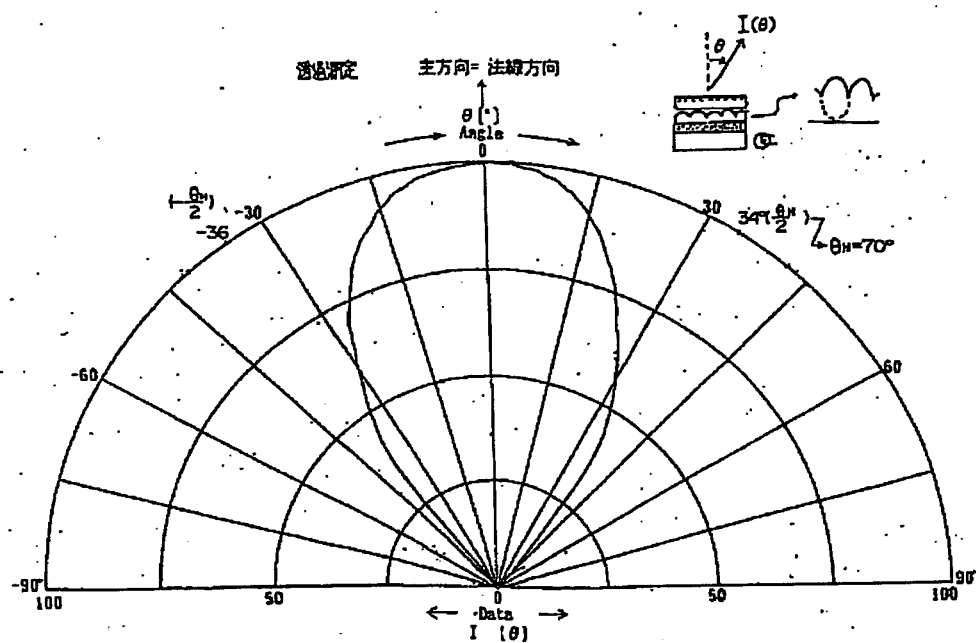


【図15】

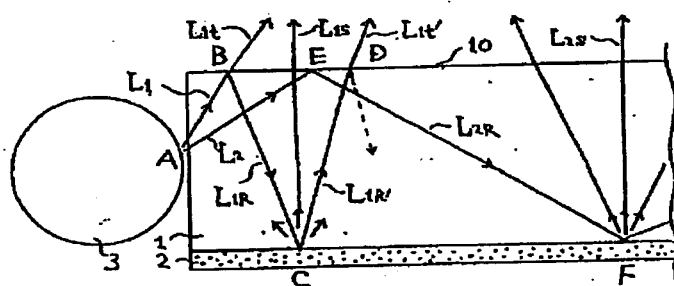


(17)

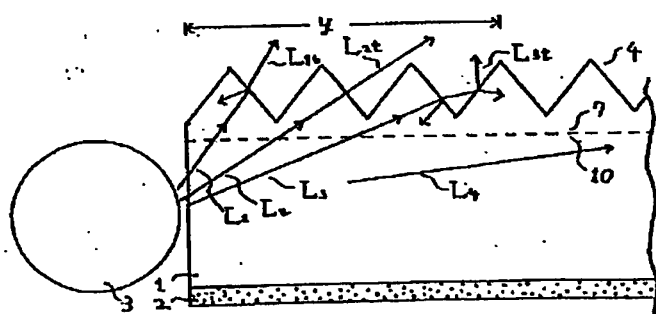
【図16】



【図17】

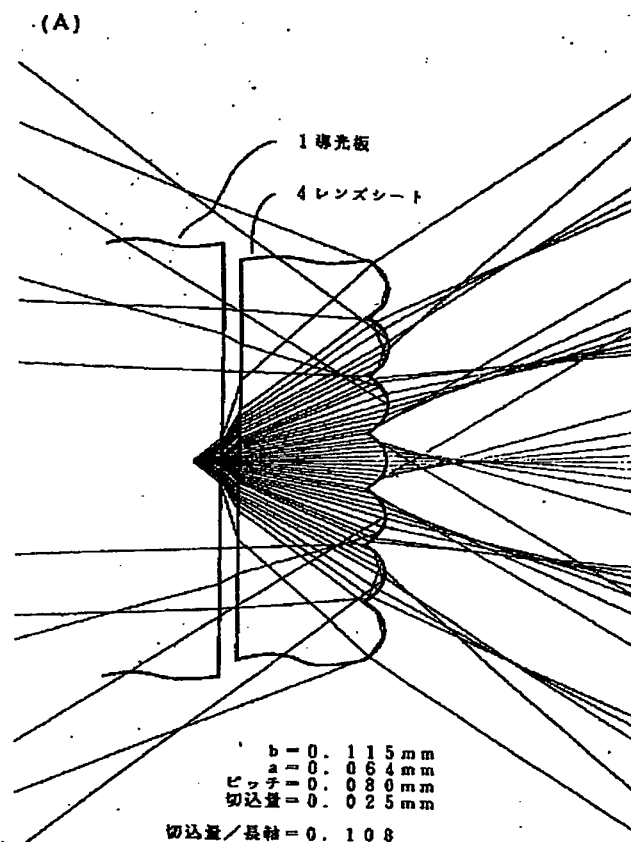


【図19】



(18)

【図8】



【手続補正書】

【提出日】平成6年1月12日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】面光源及びそれを用いた表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】透光性平板又は直方体状空洞からなる導光体と、その導光体の側端面の少なくとも一面に隣接して設けられた線光源又は点光源と、前記導光体裏面の光反射層と、前記導光体表面の光放出面上に積層された凹又は凸のレンチキュラーレンズシートからなる面光源であって、

前記レンチキュラーレンズシートは楕円柱単位レンズをその稜線方向が互いに平行になるように多数平面内に配列してなり、該楕円柱単位レンズは長軸方向が光放出面

の法線方向を向いており、

1. $40 \leq \text{屈折率} \leq 1.60$

1. $20 \leq \text{長軸/短軸} \leq 2.00$

であり、かつレンチキュラーレンズシートの切込量（楕円柱単位レンズの長軸に沿った長さ）及び屈折率が、
 $0.10 \leq \text{切込量/長軸} \leq 0.50$

である事の特徴とする面光源。

【請求項2】前記レンチキュラーレンズシートのレンズ面の反対面と導光体の間に光拡散シートを積層したことを特徴とする請求項1記載の面光源。

【請求項3】前記光拡散シートがランダム微小凹凸を少なくとも一方の表面に有しており、前記微小凹凸面は表面粗さが光源光の波長以上、 $100 \mu\text{m}$ 以下であり、かつ導光板表面の表面粗さが光源光の波長以下であることを特徴とする請求項2記載の面光源。

【請求項4】請求項1～請求項3の面光源の光放出面上に透過型表示素子を積層してなる事の特徴とする表示装置。

(19)

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はレンチキュラーレンズを用いた面光源に関するものであり、液晶表示装置等の透過型表示装置のバックライト、照明広告、交通標識等に有用なものである。本発明は又該面光源を背面光源として用いた液晶表示装置等の透過型表示装置も開示する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示装置（LCD）のバックライト用の面光源として、

①図18のような透光性平板を導光体としたエッジライト方式のものが知られている。このような面光源では、透明な平行平板からなる導光体の側端面の双方又は一方から光を入射させ、透光性平板内部の全反射を利用し光を導光板の全域に遍く伝播させ、その伝播した光の一部を導光体裏面の光散乱反射板で臨界角未満の拡散反射光となし、導光板表面から拡散光を放出する。（実開昭55-162201）。

②図19のような一方の面に三角プリズム型レンチキュラーレンズの突起を有し、もう一方の面を平滑面としたレンズシートを、①の面光源の導光板表面上に突起面を上にして重ね、レンズの光集束作用を利用して、その拡散放射光を所望の角度範囲内に均一等方的に拡散させることができる（実開平4-107201）。このレンズシートは艶消透明拡散板（艶消透明シート）と組合せて使用する場合には、単に艶消透明拡散板のみを用いたもの（米国特許第4729067号）よりも、光源の光エネルギーを所望の限られた角度範囲内に重点的に分配し、かつ、その角度範囲内では均一等方性の高い拡散光を得ることはできた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前述した従来の技術の中、導光体裏面に光散乱板を設けただけの①では、放出光は導光体表面の法線方向に対して60度の角度をピークに比較的鋭い分布をすることになり、最も光を必要とする法線方向の輝度が不足し、斜め横方向に光エネルギーが散逸してしまう。また、従来の技術②では導光体の光放出面上の三角プリズム型レンチキュラーレンズシートが放出光を屈折集束することにより、光放出面の法線方向をピークとして30°～60°の角度内に放出される光エネルギー比率が高くなるが、一方で図15の様に法線方向から離れた方向（斜め方向）にも放出光のピーク（サイドローブ）が発生するという欠点があった。此の為、依然として観察者に寄与しない損失光が残存する。又このサイドローブは周囲に不要なノイズ光を輻射することにもなり不都合であった。更に、放出面内での輝度分布についても予想に反して、導光板側端部から2～4cm迄は高輝度であるが、それ以上遠ざかると輝度が漸次低下し、光源と反対側の端部では目立って暗くなると云う問題も生じることがわかった。

【0004】これらの欠点を改良すべく、

③特開平1-245220号のように、導光体裏面の光散乱層を網点等のパターン状とし、且つそのパターンの面積を光源に近づく程小さく、光源から遠ざかる程大きくさせて導光板面内の輝度分布を補正、均一化させる試み。

④特開平3-9306号のように導光板の側端部の2箇所以上に光源を配置して導光板面内の輝度分布を補正、均一化させる試み。

がなされたが、いずれも完全に輝度を均一化することは難しく、又③では光放出面側から、光散乱層を網点が目立ってしまう欠点があり、又④では光源のスペース、消費電力とも2倍以上となる欠点があった。

【0005】本発明の目的は、前述の課題を解決し、所望の角度範囲内のみに均一かつ高輝度発光をし、光放出面内での場所による輝度のバラツキもなく、その際消費電力や発熱量を増大させることなく面発光を得られる、面光源及びその面光源を使用した表示装置を提供する事である。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記の目的は以下の本発明によって達成される。即ち、

（請求項1）透光性平板又は直方体状空洞からなる導光体と、その導光体の側端面の少なくとも一面に隣接して設けられた線光源又は点光源と、前記導光体裏面の光反射層と、前記導光体表面の光放出面上に積層された凹又は凸のレンチキュラーレンズシートからなる面光源であって、前記レンチキュラーレンズシートは楕円柱単位レンズをその稜線方向が互いに平行になるように多数平面内に配列してなり、該楕円柱単位レンズは長軸方向が光放出面の法線方向を向いており、

1. $40 \leq \text{屈折率} \leq 1.60$

1. $20 \leq \text{長軸} / \text{短軸} \leq 2.00$

であり、かつレンチキュラーレンズシートの切込量（楕円柱単位レンズの長軸に沿った長さ）及び屈折率が、

$0.10 \leq \text{切込量} / \text{長軸} \leq 0.50$

である事を特徴とする面光源。

（請求項2）前記レンチキュラーレンズシートのレンズ面の反対面と導光体の間に光拡散シートを積層したことを特徴とする請求項1記載の面光源。

（請求項3）前記光拡散シートがランダム微小凹凸を少なくとも一方の表面に有しており、前記微小凹凸面は表面粗さが光源光の波長以上、 $100 \mu\text{m}$ 以下であり、かつ導光板表面の表面粗さが光源光の波長以下であることを特徴とする請求項2記載の面光源。

（請求項4）請求項1～請求項3の面光源の光放出面上に透過型表示素子を積層してなる事を特徴とする表示装置。

【0007】本発明の面光源及びそれを用いた表示装置は、図1の斜視図で示される構成となっている。導光板

(20)

1、その側端部の少なくとも1箇所に隣接して設置された線状又は点状光源3、導光板の裏面の光反射層2、導光板の光反射層とは反対面に設置されたレンズシート4、とを最低限の構成となすものである。通常これらに、光源光反射鏡5、全体を収納し、光放出面を窓とした収納筐体（図示せず）、電源（図示せず）等も付随する。

【0008】導光板1の光反射層の反対面10は平滑平面であり、表面粗さ（JIS-B-0601の十点平均粗さ R_z 等で計測される）は、光源光の波長以下に仕上げる。通常光源は可視光線であり、その波長は0.4～0.8 μm であるから、表面粗さは0.4 μm 以下とす

$$X^2/a^2 + Y^2/b^2 = 1$$

但し、 a は短軸長、 b は長軸長で、 $a < b$ とした時、長軸/短軸= b/a 及び切込量 D と長軸長の比、即ち切

$$b/a = 1.85$$

$$D/d = 0.35$$

とするのが好ましい。楕円をこのように設計する理由としては、サイドロープが少なく光エネルギーの利用効率が良く、拡散角がシャープになり、光放出面の法線方向での高い輝度を得ることができることが、本発明者の種々研究の上確かめられた。

【0010】又式（2）から多少はずれても、その差が

$$1.20 \leq b/a \leq 2.00$$

$$0.10 \leq D/b \leq 0.50$$

$$1.40 \leq n \leq 1.60 \quad (n: \text{屈折率})$$

【0011】尚この単位レンズは、図2（A）の様な凸レンズが良好であるが、図2（B）の様な凹レンズでも良い。これら数値の最適範囲の意義及び、このように限定される理由を説明する。

（1）まず b/a についてであるが、以下の条件を総合して決定する。

（i）図3の（A）、（B）で図示する通り、各単位レンズに入射する光線のうち、長軸 b に平行なものについては、主切断面形状が一般に光線入射方向（ L_{in} ）を長軸方向と一致させた楕円にすると球面収差が抑えられることが知られている。即ち、図3（A）、図4（A）

$$n = 1/e$$

の関係が成り立てば良い。また偏平率 e は、該楕円の長さ

$$e^2 = (b^2 - a^2)/b^2$$

と書ける。よって、式（1）及び式（5）より、球面収

$$\text{長軸/短軸} = 2b/2a = b/a = n/(n^2 - 1)^{1/2} \quad \text{式（6）}$$

例えば、アクリル樹脂で屈折率 $=1.5$ の物質を使用したとすると、式（6）より、

$$\text{長軸/短軸} = 1.34$$

の時球面収差はなくなる。ただし実際には、導光板裏面の光拡散反射層2、導光板とレンズシートとの間の光拡散層8等による光拡散、屈折等により方向がそれる光線が一部生じる為、所定の拡散角 θ から逸脱する光エネルギーは零とはならないが、最小にはできる。実際には、

る。この程度の粗さに仕上げる方法としては公知の手法、例えば鏡面板での熱プレス、鏡面性の形を用いた射出成形、注型（キャストイング）成形、光学レンズ等で行われている精密研磨等を用いれば良い。

【0009】本発明で用いるレンズシート4は、楕円柱レンチキュラーレンズである。即ち、図2（A）のように楕円柱状の凸単位レンズ42をその稜線方向を平行にして隣接して配列させてなる柱状レンズ群（所謂レンチキュラーレンズ）であり、レンズシート4の法線方向に楕円の長軸方向が向いている。そして楕円の偏平度としては、楕円の式を、

式（1）

込比 D/d は、例えば、アクリル樹脂で屈折率 $=1.5$ の物質を使用したとすると、

式（2）

少ない間は式（2）の場合にはほぼ近い特性を得ることが可能である。検討の結果、式（3）の範囲以内であれば、一応単なる光拡散性フィルム8のみの場合に比べ、良好な光エネルギー利用効率、シャープな拡散角、高い法線方向輝度を得ることができると判明した。

式（3）

のように真円柱レンチキュラーレンズを用いた場合、レンズの集光作用を利用して放出光を所定の拡散角 θ 内に集光させようとしても、実際に焦点 F に集光する光はレンズ中心付近の近軸光線 LN のみであり、その他の光線 LF は焦点をそれて散逸光となってしまう（いわゆる球面収差）。この際焦点をずれた光線 LF は、所定の角 θ 内から散逸してしまい、光の損失及び不要なノイズ光となってしまう。レンチキュラーレンズの球面収差を最小にする為の幾何光学的条件は、レンチキュラーレンズの稜線に直行する断面（主切断面）の楕円の偏平率 e とレンズ材料の屈折率 n との間に、

式（4）

軸の長さ $2b$ と短軸の長さ $2a$ を使って、

式（5）

差のなくなる最適条件は、

$$\text{長軸/短軸} = 2b/2a = b/a = n/(n^2 - 1)^{1/2} \quad \text{式（6）}$$

前記最適値から若干はずれても、光の集束性は極端には落ちることなく良好な結果を与える。どの範囲まで良好であるかは、他の条件（ii）、（iii）をも満たすように決める。

【0012】（ii）凸レンズ（凹レンズも同様）の焦点距離 f は、レンズ面の曲率半径にほぼ比例する。よって式（7）からわかるように、楕円の長軸/短軸比 b/a が大きくなる程レンズ表面の曲率半径（特にレンズ先

端部)は減少し、よって(レンズの屈折率 n 、単位レンズの繰り返し周期 P が一定とすれば)拡散角 θ (視野角)をより大きく広げさせることができる。通常液晶表示素子の背面光源用としては、拡散角を $30 \sim 60$ 度程度に設計する。かかる条件を満たす b/a 、 D/b を選ぶ。

(iii) 実際レンズを製造する際、直接透明基材を切削、プレス等で加工するにしても、あるいは先ず、金型やロール凹版を成形して、それを元に透明基材をプレス法、注型法等で加工するにしても、 b/a (及び D/b)があまり大きく尖ってしまうと加工しにくくなる。よって成形加工性からは b/a の上限は大体2.0程度(及びそれに加えて、後述のように D/b の上限も1.0以下、さらに好ましくは $D/b \leq 0.5$ 程度)となる。

【0013】(2)次に切込比 D/b であるが、

(i) 導光板からレンズシートに斜入力する光線のうち、透過させて、放出光として利用すべき量と、導光板側へ全反射でフィードバックさせ、別の場所で再利用すべき量との配分を最適化するように決定される。実験の結果、前記 b/a の範囲内のとき、 D/b が大きくなるに従って拡散角 α 内の輝度が上昇することがわかった。ただし、その作用機構は今のところ不明である。そして、 $D/b = 0.1$ で、かつ $1.20 \leq b/a \leq 2.0$ のレンズシートを導光板上に載せエッジライト型面光源を形成した場合従来技術である導光板表面に艶消透明フィルムのみを載せたエッジライト型面光源と同等の輝度に落ちることが判った。よって、 $D/b \geq 0.1$ とする必要がある。図7(c)からも判るように、切込比 D/b を大きくするに連れて、出力光は面光源の法線方向を頂上とした単峰特性となり、かつ法線方向輝度 I

(0)も高く拡散角 α も集束する。又 $D/b > 0.5$ 当たりから、図7(B)あるいは図9に示すように、楕円側面低部 P_e 、 P_e 付近に臨界角 θ_c 以上で入射し、面光源の法線から大きくずれた発散光 L_{div} の影響が無視できなくなり、これがサイドロブ光となり、所定の拡散角を保ち、光エネルギーの損失を低減させることができなくなってくる。特に $D/b = 1.0$ 近傍に近づくに連れて、比の影響が目立ってくる。放出光の輝度の面光源の法線からの角度 θ ($-90 \leq \theta \leq +90$)との関係 $I(\theta)$ として示すと、図7(D)のようにサイドロブ光 L_{div} によって、 $I(\theta)$ は双峰又は3峰特性となることがわかる。よって $D/b \leq 1.0$ 、より好ましくは $D/b \leq 0.5$ とする必要がある。

(ii) 又レンズの加工適正からいっても $D/b = 1.0$ (楕円の上半分を単位レンズとする)に近づくと、隣

$$\theta = 2 \tan^{-1}(p/2f)$$

となる。ただし、 p は単位レンズの開口幅(単位レンズが隙間なく密接して並んでいる場合は単位レンズの繰り返し周期に同じ)、 f は焦点距離である。

接するレンズ間の谷間が狭くなり、透明基材を直接切削研磨する場合でも刃物(バイト、ミル等)の先の形状への要求が鋭く尖り過ぎ、要求を満たす刃物がないかあるいは加工しにくくなる。 $D/b > 1.0$ となると、アンダーカット部があるため、加工は極めて困難である。又、金型を用いてプレス法、注型法で透明基材を成形する場合においても $D/b > 1.0$ である必要がある。以上の条件(1)の(i)、(ii)、(iii)、及び(2)の(i)、(ii)を満たす条件が、式(3)の条件である。

【0014】図7の(A)は、本発明のレンチキュラーレンズにおける全反射臨界点 P_c の位置、及び光線の軌跡を示す図であり、(B)は、切込量 D が大きく、レンチキュラーレンズに全反射臨界点 P_c が含まれている場合の光線の軌跡を示す図である。(B)においては L_{div} が光線の軌跡に現れるが、(A)には現れない。

【0015】図8は、本発明のレンチキュラーレンズ($b/a = 1.80$ 、 $D/b = 0.22$)に拡散光線が入射した場合の光線の軌跡を、コンピュータシミュレーションにより求め描いた図であり、図9は、切込量 D が大きく全反射臨界点 P_c が含まれているレンチキュラーレンズ($b/a = 1.80$ 、 $D/b = 0.83$)に拡散光線が入射した場合の光線の軌跡を、同様に求めたものである。図8では、全反射した光線の軌跡は「レンズ/空気」界面で3回～4回全反を繰り返した後、導光板に戻され、再利用される。一方図9では、1回「レンズ/空気」界面で全反射した光線の軌跡は、そのまま、空气中に透過し、その際、面光源の法線とのなす角は、更に大きくなる事によってサイドロブが発生して、光エネルギーの損失が認められる。

【0016】凹レンズの場合は、前記の通り凸レンズに比べて、焦点の位置がレンズの全方か後方かの差である。従ってレンズシート4の焦点距離よりも充分遠方の観察者にとっては、凸レンズと実質同様の作用をなす。又双曲線レンチキュラーレンズの場合も、前記楕円柱レンチキュラーレンズの場合と同様である。

【0017】該楕円柱単位レンズの光線の挙動は、図3(B)、図4(B)に示した通りである。光軸に平行に入射する光線は、焦点 F に収束し、しかる後所定の拡散角 θ で発散する。該拡散角 θ は、球面収差が無視でき、導光板の平滑表面10、レンズシート4での全反射によって、導光板の法線から大きくはずれた光線は、導光板内にフィードバックされ、導光板裏面の光反射層の拡散反射によって生じた導光板の法線方向近傍の光線、即ち光軸にほぼ平行な光線のみが主にレンズに入射するとした場合、概略、

式(7)

【0018】図3と図4の比較からわかるように焦点のできる位置は凹レンズと凸レンズとで変わる。即ち、図3(B)のように凸レンズの場合結像は実像となり焦点

(22)

はレンズ外部（光出射側）にできる。又図4（B）のように凹レンズの場合は、結像は虚像となり焦点はレンズ内部（光入射）にできる。但しいずれの場合に於いても、本発明の用途の場合、焦点距離はレンズ表面（即ち面光源表面）から観察者までの距離に比べて充分小さく取る為（通常10mm以下）、観察者に対する効果としては凹、凸両レンズとも大差はない。但し、実験結果によれば、エッジライト型面光源に用いた場合、同形状でも凸レンズの方が凹レンズよりも法線方向輝度がより高

$$X^2/a^2 - Y^2/b^2 = 1$$

（但し、ここで、 b/a は漸近線の傾きで、 $a < b$ 。）で表現される双曲線柱型レンチキュラーレンズであっても同様な効果が期待できる。 a 、 b の最適範囲も楕円柱の場合と同様である。

【0020】これらレンズシートは1枚構成で用いることもできるが、柱状レンズを用いて X 、 Y 2方向（上下方向、左右方向等）の光拡散角を制御する為には図5のように2枚のレンズシートを、その稜線が直交するように積層しても良い。この場合レンズ面の向きは図5のように2枚とも同じ向きにするのが、光反射層2から飛来する光線のうち、比較的、光放出面の法線方向に近い成分の透過率の高さと、比較的、光放出面の法線方向から傾いた光線の導光板へのフィードバック率の高さととの均衡上最も良好であるが、勿論各レンズシートのレンズが対抗して向き合う（レンズ面は2枚のレンズシートの間に挟まれる）様に積層することもできる。又該レンズシートは図2（A）のように透光性基材を一体成形して得ても良いし、又図2（B）のように透光性平板（又はシート）44の上に単位レンズ42を形成したものでも良い。

【0021】該レンズシート4は透光性基材から形成される。此処で透光性基材としては、ポリメタアクリル酸メチル、ポリアクリル酸メチル等のアクリル酸エステル又はメタアクリル酸エステルの単独若しくは共重合体、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート等のポリエステル、ポリカーボネート、ポリスチレン、ポリメチルペンテン等熱可塑性樹脂、或いは紫外線又は電子線で架橋した、多官能のウレタンアクリレート、ポリエステルアクリレート等のアクリレート、不飽和ポリエステル等透明な樹脂、透明な硝子等、透明なセラミックス等が用いられる。この透光性基材は、レンズ

$$I^0(\theta) = I^0_{mp} \cos \theta, \text{ 但し、} -90^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$$

9)

θ は法線 N とのなす角、 I^0_{mp} は法線方向の透過光強度又はそれに類似する分布となることを云う。

【0024】該レンズシート4の裏面（レンズ面の反対面）には、微小凹凸（微小突起群41）を有する光拡散シート8と積層して使用することが好ましい。此の理由は、エッジライト型面光源の場合は後述するように、光放出面内の輝度分布を均一化する為である。光拡散シ

く、かつ拡散角がより鋭い光出力が得られることがわかった。理由の詳細は不明であるが恐らく、レンズと光放出面側の空気層との界面で全反射を起こす光が凹レンズの場合はレンズの外方向に、凸レンズの場合はレンズの内方向に偏向するため、その差に起因すると思われる。

【0019】尚、以上の説明では専ら楕円柱型レンチキュラーレンズについて述べたが、単位レンズ断面が式

式（8）

シートとして用いる場合には、通常総厚みが20～1000 μ m程度とする。

【0022】レンズ形状を形成する方法としては、例えば、公知の熱プレス法（特開昭56-157310号公報記載）、紫外線硬化性の熱可塑性樹脂フィルムにロールエンボス版によってエンボス加工したのちに、紫外線を照射してそのフィルムを硬化させる方法（特開昭61-156273号公報記載）、レンズ形状を刻設したロール凹版上に紫外線又は電子線硬化性樹脂液を塗布し凹部に充填後、樹脂液を介してロール凹版上に透明基材フィルムを被覆したまま紫外線又は電子線を照射し硬化させた樹脂と、それに接着した基材フィルムとをロール凹版から離型し、ロール凹版のレンズ形状を硬化樹脂層に賦型する方法（特開平3-223883号、米国特許第4576850号等）等を用いる。該方法の場合、成形したレンズシートを巻き取って加工する都合上、加工時の龜裂発生等を防止する為、紫外線又は電子線硬化性樹脂としては、比較的可撓性、柔軟性のあるものを選定する。

【0023】透光性基材に要求される透光性は、各用途の使用に支障のない程度に、拡散光を充分透過するように選定する必要があり、無色透明が一番望ましいが、用途によっては着色透明又は艶消半透明であってもよい。ここで、艶消透明とは、透過光を半立体角内のあらゆる方向にほぼ均一等方的に拡散透過させる性質をいい、光等方拡散性と同義語に用いられる。つまり、艶消透明とは、透光性基材の表面の法線方向とのなす角を θ とした場合に、平行光束を裏面から入射させたとき（入射角 $i=0^\circ$ ）における透過光強度の角度分布 $I^0(\theta)$ が \cos 分布

式（

ト8表面に形成する高さが光源光の波長以上、100 μ m以下の微小凹凸41は、透光性基材の表面に熱プレスによるエンボス加工、サンドブラスト加工等で直接形成することも出来るし、その他、透光性基材の平坦な表面に突起を有する透光性材料層を形成することによっても出来る。具体的には、炭酸カルシウム、シリカ、アクリル樹脂等の透明な微粒子を透明バインダーに分散させた

(23)

塗料を塗工して、塗膜の表面に微粒子の凹凸を現出させる方法、或いは前記の特開平3-223883号、米国特許第4576850号等に記載されるロール凹版上で紫外線又は電子線硬化性樹脂液を表面が艶消し微小凹凸となる様に成形する方法等を用いる。

【0025】該突起41は、図6のように表面粗さが光源光の波長以下の導光板1と光拡散シート8との間、及び／又は、光拡散シート8とレンズシートの平滑表面10との間に光源光の波長以上の空隙9（寸法ΔX）を少なくとも部分的に形成させる事が目的である。後述するように空隙ΔXが光源光の波長未満だと、導光板1の平滑平面10での光全反射が充分に起きなくなり、又100μm超過だと突起の凹凸形状が目立ってきて不都合である。

【0026】此の目的が達せられれば該突起41はいかなる凹凸形状でも良いが、所望の拡散角内での均一な輝度の角度分布と光源面内での均一な輝度分布とを得る点から、最も良好な態様は、光拡散シート8の表面にランダムな凹凸形状（例えば砂目模様、梨地模様等）を全面に形成したものである。此の様にすると、図6に示すように光拡散シート8の表面から入射した光L1、L2S等は該突起群41が光拡散層としても作用して光を等方的に拡散する為、均一な角度分布がえられ、又網点状のパターンが目立つこともなく良好である。

【0027】勿論、上記の如く光拡散性シート8を、レンズシート4と導光板の平滑平面10との間に介在させる事他、該レンズシートの裏面（レンズ面の反対面）に、艶消し透明性と表面の波長以上、100μm以下の突起群41を設けるようにしてもよい。このような微小凹凸41は、一体成形レンズシート4の裏面に前述の光拡散シートと同様の加工方法により形成することができる。

【0028】本発明で用いる導光板1の材料としては、前記のレンズシートの材料と同様の透光性材料の中から選択する。通常は、アクリル又はポリカーボネートの樹脂が用いられる。導光板の厚みは、通常1～10mm程度のものが用いられる。

【0029】本発明で用いる光源3としては、蛍光灯等の線光源が全面均一の輝度を得る上で好ましいが、白熱電球等の点光源を用いる事も可能である。該光源3は図示した様に導光板の側端部の外に隔離して設ける以外

$$\left(\frac{\text{透過光量}}{\text{全反射光量}} \right) = \left(\frac{\text{波長} \lambda \text{ 以上の空隙のある部分の面積}}{\text{導光板全表面積}} \right) = R \quad \text{式(10)}$$

で近似されることから、Rは80～90%以上必要となる事が判明した。

【0032】レンズシート4と導光板1との間に光源光の波長以上の空隙を形成する方法としては、レンズシート4を、そのレンズ面42と突起群41の向きを図1とは反転させて置くことも出来る（図示せず）。但しこの場合は、一旦レンズ面42で所望の角度内に集束された

に、導光板1の側端部を一部切り欠いて、一部又は全部を導光板の中に埋設する事も可能である。高輝度と輝度の面内での均一性向上の点から、光源3を導光板1の一方の側端部にも設置する事もできる。光源光反射鏡5としては公知のもの、例えば放物面柱、双曲線柱、楕円柱等の形状をした板の内面に金属蒸着をしたものが用いられる。

【0030】エッジライト型面光源の場合、導光板の平滑平面10上には、前記の光拡散シート8を積層し、さらにその光拡散シート8の上にはレンズシート4を積層する。その際図6のようにレンズシート4のレンズ面を外側（平面10の反対面）に、微小凹凸41が内側（平面10側）を向くようにして載せることにより、レンズシート4の平滑面7と光拡散シート8の突起群41及び／又は導光板1の平滑面10と光拡散シート8の突起群41の間に、光源光の波長λ以上の空隙9が少なくとも一部分はできるようにする。空隙部分9の面積比率R即ち、

$$R = \left(\frac{\text{波長} \lambda \text{ 以上の空隙のある部分の面積}}{\text{導光板全表面積}} \right) \times 100\%$$

は、要求される面内での輝度の均一性、光エネルギーの利用効率、導光板の寸法等により決定されるが、通常は、比率Rは80%以上、より好ましくは90%以上必要である。

【0031】この理由としては、実験の結果、図20の様な、ともに表面粗さが光の波長以下の平滑な導光板表面10とレンズシートの裏面7とを密着させた場合導光板表面10とレンズシート裏面7との界面は光学的には消失し、線光源3からの入力光のうち大部分が、光源側の側端部から距離yの所で臨界角未満で入射し全反射することなく放出され、その結果yより遠い所では急激に輝度が低下して暗くなることが判明した。勿論、光線L4のように、直接光源から、遠方のレンズシートに到達する光線もあるが、これらは、強度的には、距離の2乗で減衰しており、輝度向上には余り寄与しない。そして、発光部の長さyと導光板の光伝播方向の全長Yに対する比率、 $(y/Y) \times 100 = 10 \sim 20\%$ である事が判明した。よって、光源から導光板平面10に入射する光エネルギー量を全長さYに均等に分配する為には、平面10への入射光のうち10～20%だけは透過させ、残り90～80%を全反射させる必要がある。概ね、

光が、再び等方的に発散してしまう為、光の拡散角を最適値である法線を中心とした30度～60度内に制御することが難しい。

【0033】光反射層2は、光を拡散反射させる性能を持つ層であって、以下のように構成することができる。

① 導光板層の片面に、高隠蔽性かつ白色度の高い顔料、例えば、二酸化チタン、アルミニウム等の粉末を分

(24)

散させた白色層を塗装などによって形成する。

② サンドブライト加工、エンボス加工等によって艶消微細凹凸を形成した導光板の凹凸模様面に、更に、アルミニウム、クロム、銀等のような金属をメッキ又は蒸着等して、金属薄膜層を形成する。

③ 隠蔽性が低く単にマット面を塗布で形成した白色層に、金属薄膜層を形成する。

④ 網点状の白色層に形成し、光源から遠ざかるに従って面積率を増やして、光源の光量が減衰するのを補正するようにしてもよい。

【0034】面光源の光の分布状態を評価するには、拡散角が有効である。拡散角としては例えば半値角 θ_H が用いられる。これは、透過光輝度（又は強度）が光放出面の法線からの角度 θ の減少関数 $I(\theta)$ とした時に、 $I(\pm\theta_H/2) = I(0)/2$ となる角 θ_H として定義される。

【0035】尚、本発明の面光源100の光放出面上に、図1のように透過型表示素子6を載置することにより、本発明の透過型表示装置を得る。透過型表示装置としては、液晶表示素子（LCD）エレクトロクロミックディスプレイ（ECD）等が用いられる。

【0036】

【作用】請求項1、及び請求項4の楕円柱レンチキュラーレンズは、前記の通りサイドローブが少なく光エネルギーの利用効率が良く、拡散角がシャープになり、高い法線輝度を得ることができる。この楕円柱レンチキュラーレンズの作用について説明する。式（3）のようにレンチキュシートを設計すると、既に述べたように、エッジライト型面光源における、導光体裏面の光拡散反射層、導光板、空隙、光拡散シート、レンチキュシートの各種界面に於ける光の反射（全反射又は部分反射）、透過屈折、拡散（透過又は反射）の配分、バランスが最適化され、光源3から出た光線は導光体1の全面に分配されて輝度の光放出面内の分布を均一化させ、又主に光放出面の法線近傍に向かって導光板から出て来る光線をレンズで集束させる為、放出光を所望の拡散角内に分布させることができ、光放出面の法線から大きく傾いて導光板から出てくる光線は、大部分導光板側へフィードバックされ、再利用される為、光エネルギーの損失となるサイドローブ光をなくし、光のエネルギーの中所望の拡散角外へ洩れる量を低減させる。

【0037】更に請求項2の発明では、図1のように、光拡散シート8の表面に突起群41を形成し、それにより導光板の平滑平面10とレンチキュシート4との間に、少なくとも部分的に、空隙9を形成する。この空隙部9では、通常1.5程度の導光板1と屈折率1.0程度の空気層（乃至は真空層）とが平面10を界面として隣接する為、図18の場合と同様の光全反射が起こる。そのため光源近傍の領域では平面10に臨界角未満で入射し透過していく光線L1Tの10～20%の透過光によって

放出光がえられ、又光源から離れた領域では該空隙部9の界面で全反射した後、裏面の光拡散反射層2で拡散反射した光線のうち臨界角未満の成分L2Tによって放出光が得られる。

【0038】勿論、L2Tの中でも、一部、突起群41と平面10とが接触している領域に入射した光は、全反射せず、そのまま透過し放出光となる。空隙部の面積比Rが80～90%以上の場合、全面ほぼ均一な輝度分布となる。ある。又ここで、突起の高さ（即ち空隙部の間隔）を、光源光の一波長以上にしたことにより、面10での全反射が確実なものとなる。その理由としては、図10のように、導光板内部から導光板の平滑平面10入射した光線L1が全反射して反射光L1Rになる場合、厳密に言うと光の電磁場は全く空気（又は真空）9の中に存在しない訳ではなく、一部トンネル効果により界面10を透過した電磁場L1Vが存在している。但し、此の電磁場L1Vは指数関数的に減衰し、光の波長程度のオーダーで振幅は0となる。よって、空隙9が光の波長に比べて充分大きな距離続けば、光線L1は事実上全く、空隙部9の中には入らない。

【0039】ところが、図11のように導光板1とほぼ同屈折率のレンチキュシート4が、導光板の面10に対して、光の波長 λ 未満の距離 ΔX 迄近づくと（ $\Delta X < \lambda$ ）、完全に減衰せずにレンチキュシート4に入った電磁場L1Vは再び進行波L1Tとなる、即ち透過光L1Tが生じてしまう。

【0040】本発明に於いては、光拡散シート8の表面に突起41が形成してある為、図12のように導光板1と光拡散シート8との間及び/又は光拡散シート8とレンチキュシート4との間には空隙部9を有する領域と空隙部が無く光学的に両者が一体化している（或いは空隙が有っても光の波長未満）領域とができる。これらのうち、空隙部では入射光の全反射が起こり、空隙のない部分では入射光は透過する。空隙部面積の導光板全面積に対する比で、面10で全反射する光量の比が決まることは前述の通りである。

【0041】

【発明の効果】本発明の面光源は特定形状のレンチキュラーレンズの作用によりサイドローブが少ない為、導光板から放出された光は殆ど所定の拡散角内に集光され、本来無駄になる面光源の斜め～接線方向に散逸するはずの光エネルギーも導光板に戻されて観察に有効な照明光として利用できる。その為、エネルギーの利用効率も良く、高輝度であり、且つ面光源側面にノイズ光を放出することもない。また、レンチキュラーレンチキュシートを置いても、導光板表面での光全反射による導光板内全体への光源光の均一な分配を妨げることがなく光放出面内での輝度分布は均一である。また、光拡散シートを併用することによって、より一層光放出面内での輝度分布の均一性が高く、かつ導光板裏面の光拡散パターンも良好に

(25)

不可視化される。さらに、本発明の面光源を用いた表示装置は、電力等エネルギー利用効率が高く、高輝度で、適度な視野角を持ち、且つ前面均一な輝度の表示を得る事ができる。

【0042】

【実施例1】

(レンチキュラーレンズの成形工程) 図13の様な装置を用い、以下の工程により製造した。

①厚さ100 μ mの無色透明な2軸延伸ポリエチレンテレフタレート基材フィルムの巻取りロール11を用意した。

②金属円筒表面に楕円柱レンチキュラーレンズ形状の逆型(同一形状で凹凸が逆)15を刻設したロール状凹版14を用意し、これを中心軸の回りに回転させつつ、Tダイ型ノズル21から紫外線硬化型樹脂液16を版面に供給し、レンズの逆型の凹凸表面を充填被覆した。

③次いで前記基材フィルム12を巻取りロール11からロール状凹版14の回転周速度と同期する速度で巻出して、押圧ロール13で基材フィルムを該ロール凹版上に、該樹脂液を間に介して積層密着させ、その儘の状態の水銀燈23、23からの紫外線を基材フィルム側から照射し、該逆型内で樹脂液を架橋硬化させると同時に基材フィルムと接着した。

④次いで剥離ロール18を用いて走行する基材フィルムを、それに接着したレンズ形状19の成形された硬化樹脂と共に剥離し、

⑤斯くして、楕円柱レンチキュラーレンズシート20を得た。

ちなみに；

レンズ形状；図2(A)の通り、

・単位レンズ形状；凸楕円柱(長軸をレンズシートの法線方向に向ける。)

・長軸長 $2b = 230\mu\text{m}$

・短軸長 $2a = 128\mu\text{m}$

・長軸長/短軸長 $= 2b/2a = 1.80$

・レンズ単位の繰返し周期 $p = 110\mu\text{m}$

・切込比 $D/b = 0.34$

・切込量 $D = 50\mu\text{m}$

紫外線硬化性樹脂液；

・多官能ポリエステルアクリレートオリゴマー

・光反応開始剤

を主成分とする。

【0043】(光拡散シートの成形工程)

①金属円筒表面に#80のサンドブラストして得た微小凹凸(突起群)を刻設したロール状凹版を用意した。

②次いで、厚さ50 μ mの無色透明な2軸延伸ポリエチレンテレフタレートの透光性基材を巻取りロールから巻戻し、レンズ成形工程と同様の装置、樹脂液、を用いて、透光性基材の表面に艶消剤を含まない紫外線硬化型樹脂硬化物よりなる艶消し透明の微小凹凸を成形した。

③斯くして、本発明に仕様する光拡散層を得た。

ちなみに；

微小凹凸

・ヘイズ値 $= 88.8$

・表面光沢度(JIS-Z-8741) $= 11.3$

・表面粗さ(JIS-B-0601の十点平均粗さ) $R_z = 38.4\mu\text{m}$

【0044】

【実施例2】実施例1で製造した楕円柱レンズシート2枚を稜線を直行させ、レンズ面をいずれも光放出面方向へ向けて重ね、その直下に光拡散シート及び導光板を積層して、図1の如きエッジライト型面光源を得た。

導光板；

・材料；ポリメチルメタアクリレート重合体樹脂

・形状；直方体。

厚み \times 幅 \times 奥行(光の伝播方向) $= 4 \times 150 \times 200\text{mm}$

・表面；十点平均粗さが全面に於いて $R_z = 0.1\mu\text{m}$ 未満の平滑性に仕上げた。

・裏面；導光板の裏面に艶消し透明インキを円形の網点状に印刷し、その裏面にアルミニウムをポリエチレンテレフタレートフィルムに真空蒸着した鏡面反射性フィルムをおいた。網点はシリカの微粉末をアクリル系樹脂のバインダーに分散させたものを用いシルクスクリーン印刷で形成した。網点の配列は、繰返し周期2mmで縦・横方向に配列させた。網点の直径は光源に近い所では0.1mmとし、光源からの距離に比例して大きくし、光源と反対側の端部で1mmとした。

光源；線光源として、5Wの白色蛍光灯を導光板の両端に配置した。導光板と反対側には金属性の反射鏡を置いた。

以上の構成の面光源の性能は以下の通り。

・輝度の角度分布は図14の通り。

・半値角 $\theta_h = 70^\circ$

・法線方向輝度(導光板中央部) $= 2260\text{cd}/\text{m}^2$

・法線方向輝度の光放出面内の分布； $\pm 5\%$ 以内。目視でも略均一

・サイドローブ発生無し。

【0045】

【実施例3】レンズ形状を下記のように変える他は実施例2に同じとした。

レンズ形状；

・単位レンズ形状；凸楕円柱(長軸をレンズシートの法線方向に向ける。)

・長軸長 $2b = 230\mu\text{m}$

・短軸長 $2a = 128\mu\text{m}$

・長軸長/短軸長 $= 2b/2a = 1.80$

・レンズ単位の繰返し周期 $D = 95\mu\text{m}$

・切込比 $D/b = 0.31$

・切込量 $D = 36\mu\text{m}$

(26)

以上の構成の面光源の性能は以下の通り。

- ・輝度の角度分布は大略図14の通り（図示せず）。
- ・半値角 $\theta_h = 68$ 度
- ・法線方向輝度（導光板中央部） $= 2101 \text{ cd/m}^2$
- ・法線方向輝度の光放出面内の分布； $\pm 5\%$ 以内。目視でも略均一
- ・サイドロープ発生無し。

【0046】

【実施例4】レンズ形状を下記のように変える他は実施例2に同じとした。

レンズ形状；

・単位レンズ形状；凸楕円柱（長軸をレンズシートの法線方向に向ける。）

- ・長軸長 $2b = 230 \mu\text{m}$
- ・短軸長 $2a = 128 \mu\text{m}$
- ・長軸長／短軸長 $= 2b / 2a = 1.80$
- ・レンズ単位の繰り返し周期 $p = 75 \mu\text{m}$
- ・切込比 $D/b = 0.19$
- ・切込量 $D = 22 \mu\text{m}$

以上の構成の面光源の性能は以下の通り。

- ・輝度の角度分布は大略図14の通り（図示せず）。
- ・半値角 $\theta_h = 65$ 度
- ・法線方向輝度（導光板中央部） $= 1865 \text{ cd/m}^2$
- ・法線方向輝度の光放出面内の分布； $\pm 5\%$ 以内。目視でも略均一
- ・サイドロープ発生無し。

【0047】

【実施例5】レンズ形状を下記のように変える他は実施例2に同じとした。

レンズ形状；

・単位レンズ形状；凸楕円柱（長軸をレンズシートの法線方向に向ける。）

- ・長軸長 $2b = 204 \mu\text{m}$
- ・短軸長 $2a = 150 \mu\text{m}$
- ・長軸長／短軸長 $= 2b / 2a = 1.36$
- ・レンズ単位の繰り返し周期 $p = 130 \mu\text{m}$
- ・切込比 $D/b = 0.49$
- ・切込量 $D = 50 \mu\text{m}$

以上の構成の面光源の性能は以下の通り。

- ・輝度の角度分布は大略図14の通り（図示せず）。
- ・半値角 $\theta_h = 72$ 度
- ・法線方向輝度（導光板中央部） $= 2028 \text{ cd/m}^2$
- ・法線方向輝度の光放出面内の分布； $\pm 5\%$ 以内。目視でも略均一
- ・サイドロープ発生無し。

【0048】

【比較例1】実施例2に於いて、レンズシート凸楕円柱レンチキュラーレンズに代えて、下記の三角柱プリズム型レンチキュラーレンズを仕様した。

- ・断面形状； 直角二等辺三角形。90度の頂角を面光

源の法線方向に向ける。

- ・単位レンズの繰り返し周期（一辺の長さ） $= 100 \mu\text{m}$
- ・材料、層構成、製法は実施例1の凸楕円柱レンチキュラーレンズと同様。

以上の構成の面光源の性能は以下の通り。

- ・輝度の角度分布は図15の通り。
- ・半値角 $= 68$ 度
- ・法線方向輝度（導光板中央部） $= 2074 \text{ cd/m}^2$
- ・法線方向輝度の光放出面内の分布； $\pm 5\%$ 以内。目視でもほぼ均一
- ・サイドロープ発生有り。（法線から ± 75 度方向にピーク）

サイドロープピーク輝度／法線方向輝度 $= 26\%$

【0049】

【比較例2】実施例2に於いて、以下の形状の凸楕円柱レンチキュラーレンズを使用した。

レンズ形状；

・単位レンズ形状；凸楕円柱（短軸をレンズシートの法線方向に向ける。）

- ・長軸長 $2b = 150 \mu\text{m}$
- ・短軸長 $2a = 204 \mu\text{m}$
- ・長軸長／短軸長 $= 2b / 2a = 0.74$
- ・レンズ単位の繰り返し周期 $p = 177 \mu\text{m}$

切込比 $D/b = 0.49$

切込量 $D = 37 \mu\text{m}$

その他は実施例2と同じとした。以上の構成の面光源の性能は以下の通り、

- ・輝度の角度分布は図16の通り。
- ・半値角 $= 84$ 度
- ・法線方向輝度（導光板中央部） $= 1734 \text{ cd/m}^2$
- ・法線方向輝度の光放出面内の分布； $\pm 5\%$ 以内。目視でもほぼ均一
- ・サイドロープ発生有り。（法線方向より、 ± 75 度離れた方向に輝度のピークあり）

サイドロープピーク輝度／法線方向輝度 $= 37\%$

【0050】

【比較例3】実施例2に於いて、レンズシートの裏面に光拡散シートを介在させない物を使用した。レンズシート裏面は、基材フィルム表面自体であり、フィルム裏面及び導光板表面の十点平均粗さ R_z は $0.1 \mu\text{m}$ 未満の平滑平面とした。その他は実施例2と同じとした。以上の構成の面光源の性能は、光放出面の法線方向輝度が光源側端部近傍4cmまでは高輝度であるが、光源からの距離とともに急激に低下し、光源から5cmの所では目視で暗く感じる程に輝度が低下してしまった。

【0051】

【比較例4】実施例2に於いて、レンチキュラーレンズと光拡散シートを取り除き、代わりに以下の構成の艶消し透明シート2枚を導光板の光放出面10上に載せた

(27)

(従来技術に相当)。

艶消し透明シート；50 μ m厚の2軸延伸ポリエチレンテレフタレートフィルムの両面に、艶消剤として炭酸カルシウムの粒径1～5 μ mの粒子を分散させた2液硬化型ポリウレタンの塗料を塗工し乾燥時の膜厚5 μ mの塗膜を形成したシート。

以上の構成の面光源の性能は、

- ・輝度の角度分布は図17の通り。
- ・半値角＝70度（ただし、半値角の外でも急には減衰せずある程度の放出光が分布する。）
- ・法線方向輝度（導光板中央部）＝1491cd/m²
- ・法線方向輝度の光放出面内の分布； $\pm 5\%$ 以内。目視でも均一。
- ・サイドロブ発生無し。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のエッジライト型面光源、及びそれを用いた透過型表示装置の実施例の斜視図。

【図2】本発明で用いるレンズシートの実施例の斜視図。楕円柱型レンチキュラーレンズの場合。（A）は凸レンズ、（B）は凹レンズの場合。

【図3】レンズシートの光線の挙動、特に球面収差を単位レンズで説明した図。（A）は凸真円柱レンズの場合、（B）は本発明の凸楕円柱レンズの場合。

【図4】レンズシートの光線の挙動、特に球面収差を単位レンズで説明した図。（A）は凹真円柱レンズの場合、（B）は本発明の凹楕円柱レンズの場合。

【図5】本発明で用いるレンズシートの別の実施例の斜視図。楕円柱型レンチキュラーレンズ2枚を、両者の軸が直行する様に積層した場合。

【図6】本発明のエッジライト型面光源の実施例の断面図。導光板とレンズシートとの界面に、両面が微小凹凸を有する光拡散シートを挿入し、2か所（2層）の空隙を形成した例。

【図7】（A）本発明のレンチキュラーレンズにおける全反射臨界点Pcの位置、及び光線の軌跡を示す図。

（B）切込量Dが大きく、レンチキュラーレンズに全反射臨界点Pcが含まれている場合の光線の軌跡を示す図。

【図8】本発明のレンチキュラーレンズに拡散光線が入射した場合の光線の軌跡を示す図。

【図9】切込量Dが大きく全反射臨界点Pcが含まれているレンチキュラーレンズに拡散光線が入射した場合の光線の軌跡を示す図。

【図10】導光板表面の平滑平面で全反射する光線の挙動を示す断面図。一部空気中に電磁場がトンネル効果で滲み出ている。

【図11】導光板からトンネル効果で滲み出した光線がレンズシート内で再び進行波となることを示す断面図。

【図12】本発明で用いる光拡散シートに於いて、導光板から外部へ向かって進行する光線が一部全反射され、

一部透過することを示す断面図。

【図13】本発明の製造方法の一例を示す断面図。（実施例1）に対応する。

【図14】本発明（実施例2）のエッジライト型面光源の特性。長軸が法線方向に向いた凸楕円柱レンチキュラーレンズを用いた場合の、放出光輝度の角度分布を図示する。

【図15】（比較例2）のエッジライト型面光源の特性。三角柱レンチキュラーレンズを用いた場合の、放出光輝度の角度分布を図示する。

【図16】（比較例3）のエッジライト型面光源の特性。短軸が法線方向に向いた凸楕円柱レンチキュラーレンズを用いた場合の、放出光輝度の角度分布を図示する。

【図17】（比較例4）のエッジライト型面光源の特性。艶消し透明シート2枚を導光板の光放出面上に載せた。

【図18】従来技術のエッジライト型面光源の断面図。導光板上にレンズシートなしの場合。

【図19】従来技術のエッジライト型面光源の斜視図。導光板上にレンズシートを、間に空隙を置かず、密着させた場合。

【図20】図19の拡大断面図。レンズシートと導光板との界面が光学的に消滅一体化している事を示す。

【符号の説明】

- 1 導光板
- 2 光反射層
- 3 光源（ユニット）
- 4 レンズシート
- 5 反射鏡
- 6 液晶表示装置等の透過型表示装置
- 7 レンズシート裏面の平滑平面
- 8 光等方拡散性シート（光拡散層）
- 9 空隙
- 10 導光板表面の平滑平面。
- 11 巻取りロール
- 12 基材フィルム
- 13 押圧ロール
- 14 ロール状凹版
- 15 レンズ形状の逆型
- 16 紫外線硬化型樹脂液
- 17 レンズ逆型内の未硬化樹脂液
- 18 剥離ロール
- 19 レンズ形状（レンズ単位）
- 20 レンズシート
- 21 Tダイ型ノズル
- 22 液溜まり
- 23 水銀燈
- 41 レンズシートの突起（群）
- 42 レンズ単位

(28)

4 3 突起群を有する透明層

4 4 透明基材層

1 0 0 面光源

2 0 0 表示装置

【手続補正2】

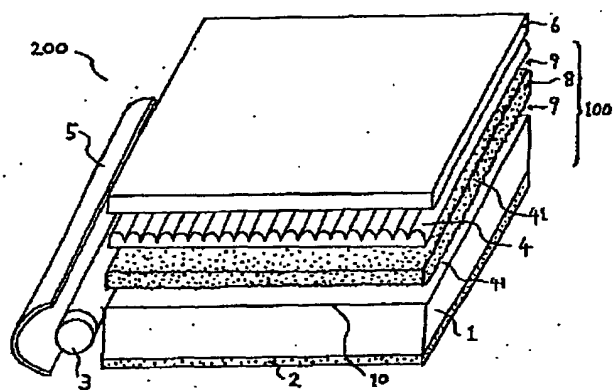
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

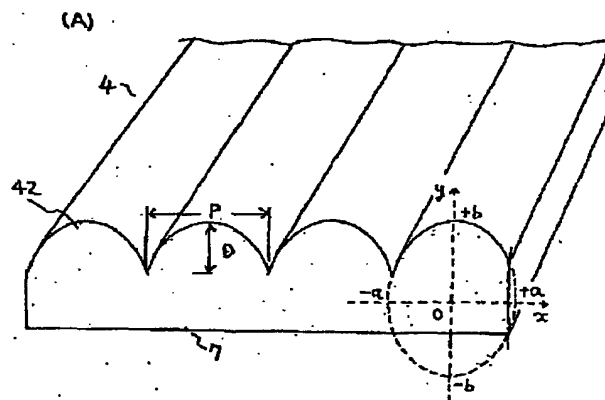
【補正方法】変更

【補正内容】

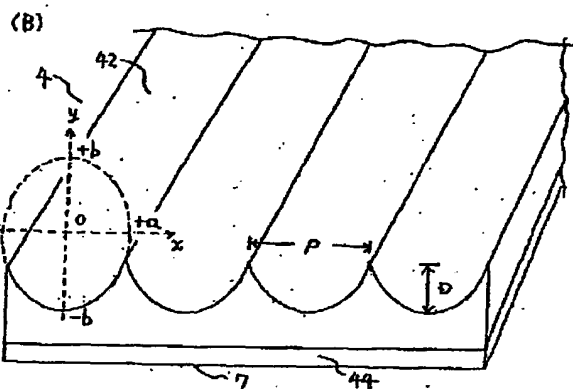
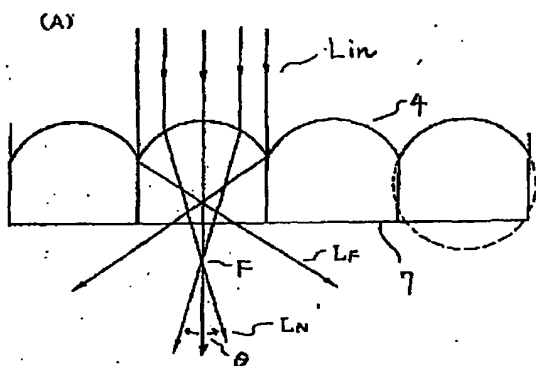
【図1】



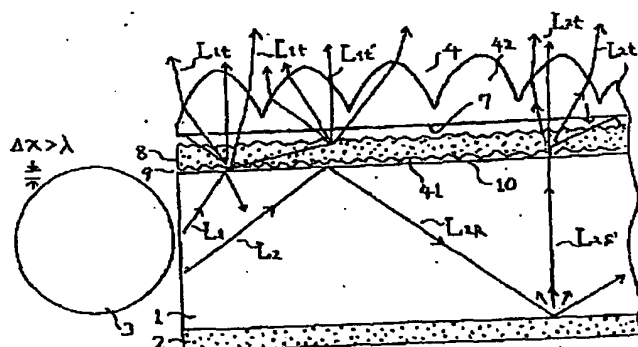
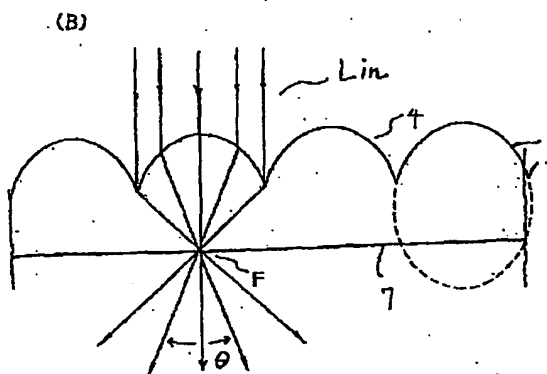
【図2】



【図3】

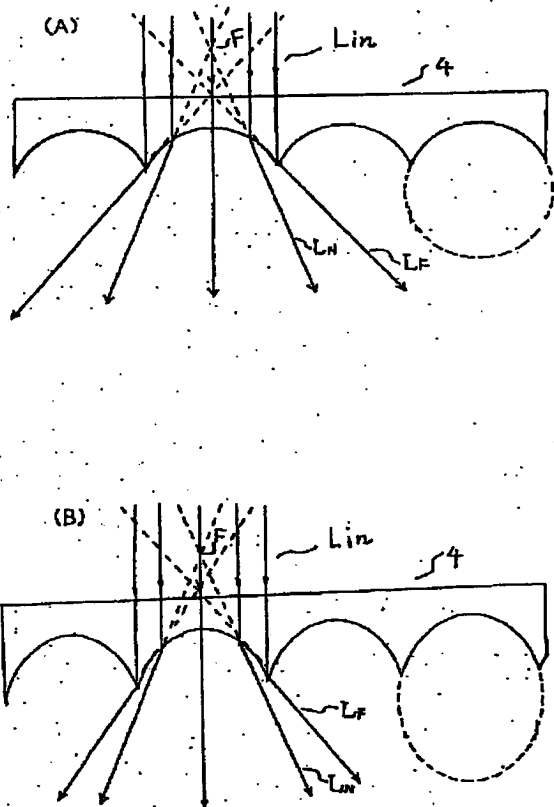


【図6】

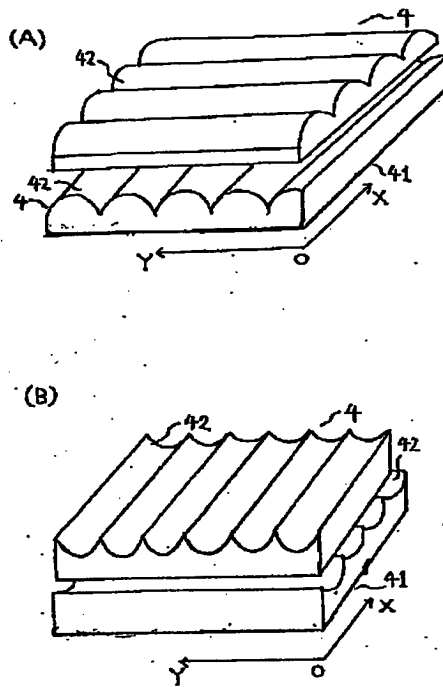


(29)

【図4】

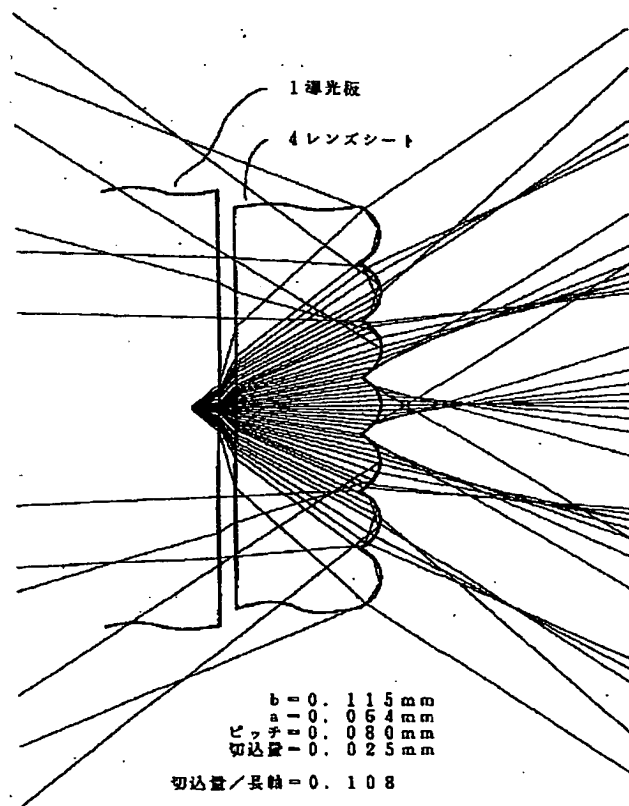
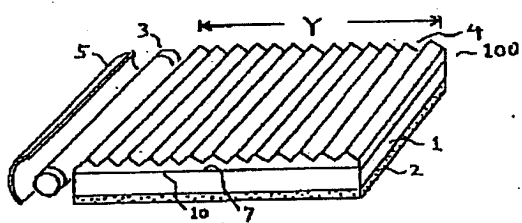


【図5】



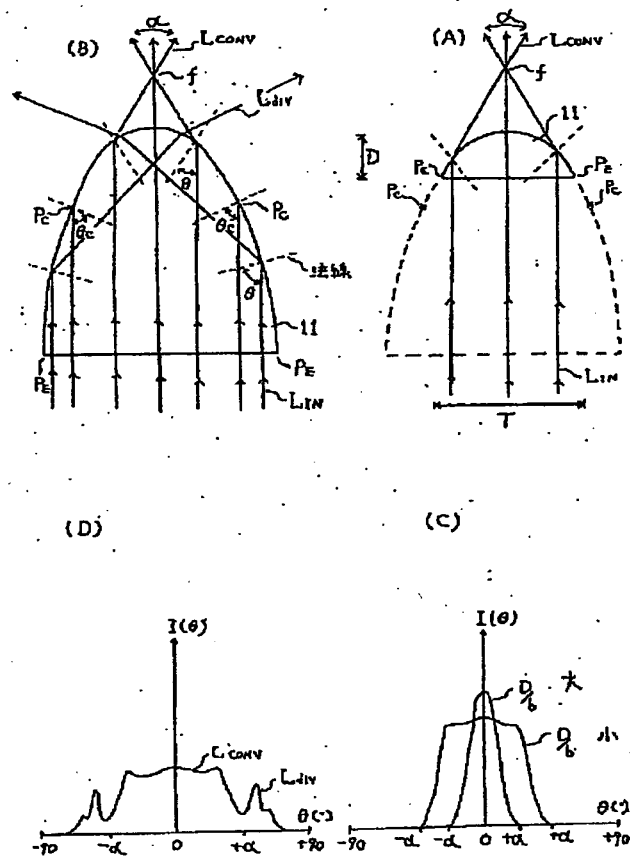
【図8】

【図19】

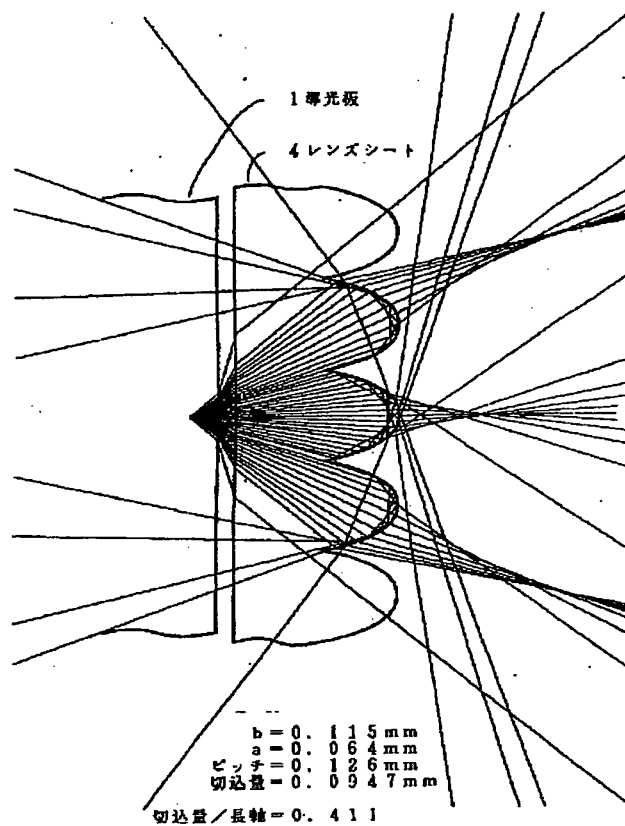


(30)

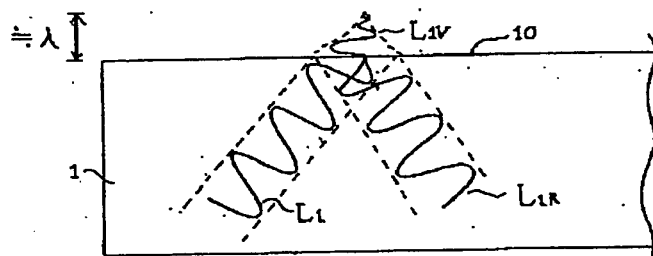
【図 7】



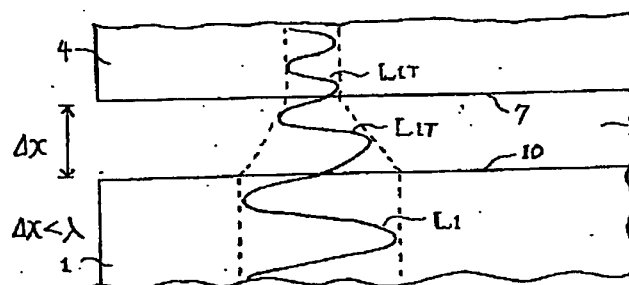
【図9】



【図 10】

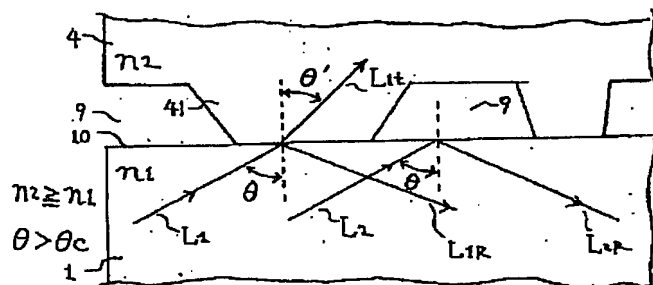


【图 1 1】

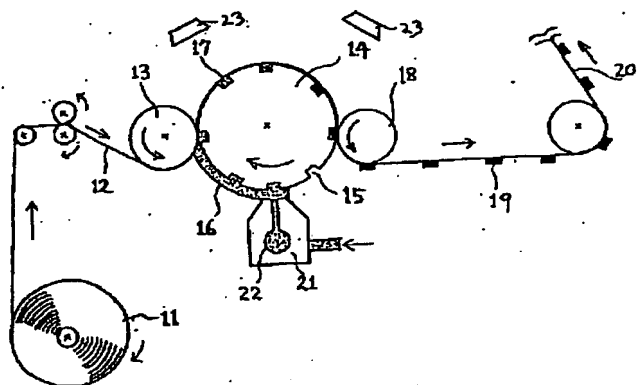


(31)

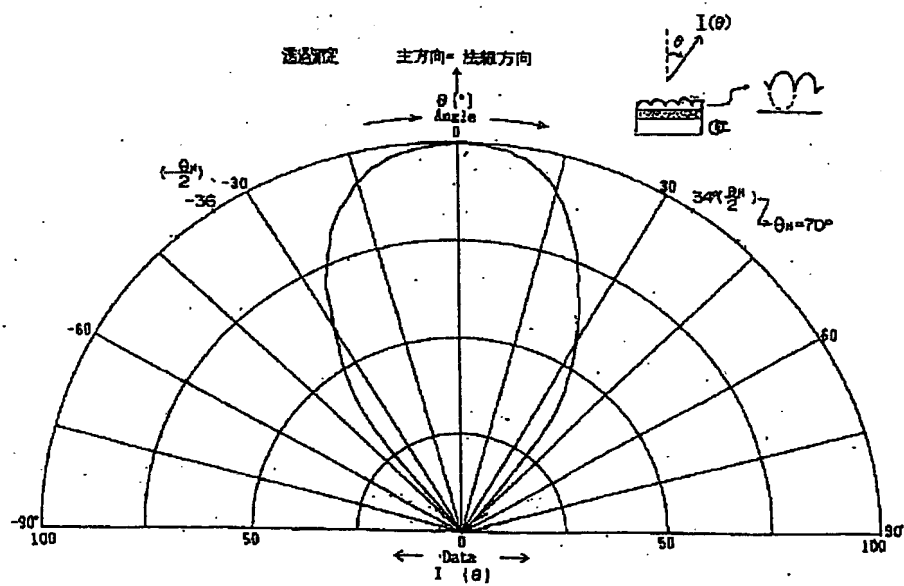
【図12】



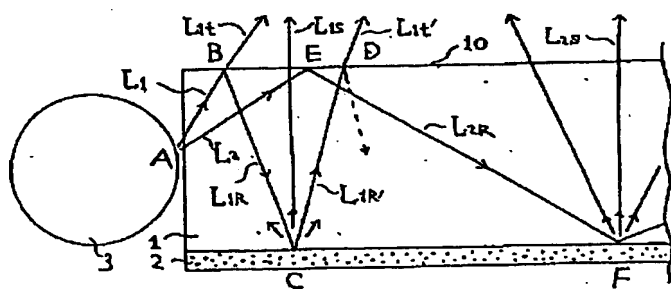
【図13】



【図14】

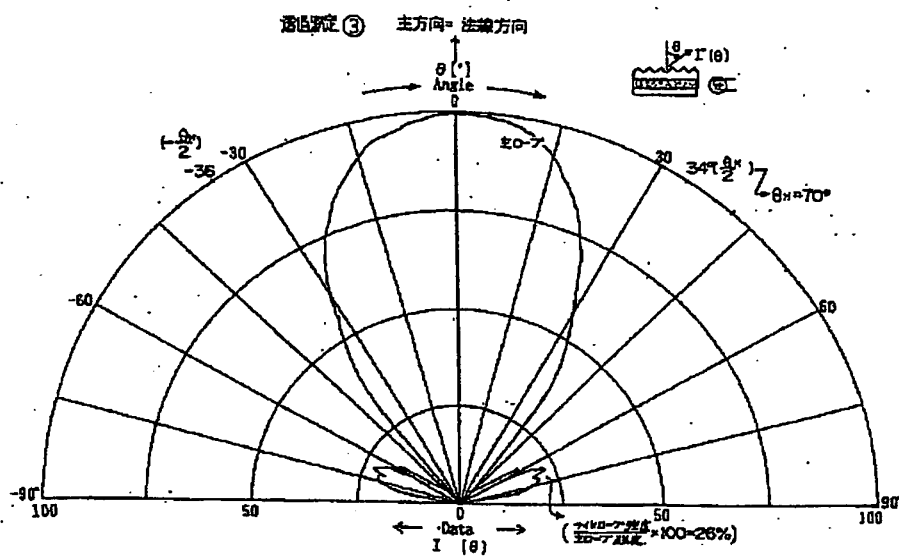


【図18】

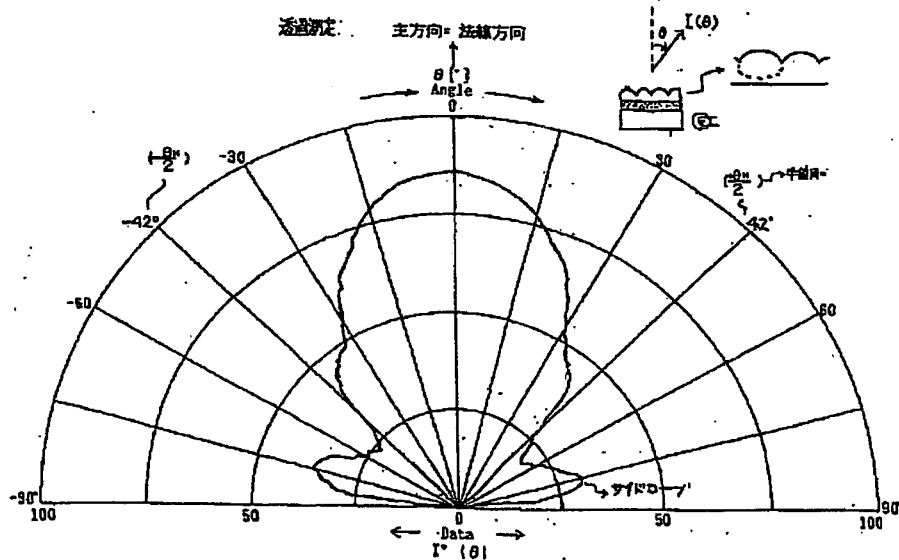


(32)

【図15】



【図16】



【請求項2】前記レンチキュラーレンズシートのレンズ面の反対面と導光体の間に光拡散シートを積層したことを特徴とする請求項1記載の面光源。

(34)

【請求項3】前記光拡散シートがランダム微小凹凸を少なくとも一方の表面に有しており、前記微小凹凸面は表面粗さが光源光の波長以上、 $100\mu\text{m}$ 以下であり、かつ導光板表面の表面粗さが光源光の波長以下であることを特徴とする請求項2記載の面光源。

【請求項4】請求項1～請求項3の面光源の光放出面上に透過型表示素子を積層してなる事を特徴とする表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はレンチキュラーレンズを用いた面光源に関するものであり、液晶表示装置等の透過型表示装置のバックライト、照明広告、交通標識等に有用なものである。本発明は又該面光源を背面光源として用いた液晶表示装置等の透過型表示装置も開示する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示装置（LCD）のバックライト用の面光源として、

①図18のような透光性平板を導光体としたエッジライト方式のものが知られている。このような面光源では、透明な平行平板からなる導光体の側端面の双方又は一方から光を入射させ、透光性平板内部の全反射を利用し光を導光板の全域に遍く伝播させ、その伝播した光の一部を導光体裏面の光散乱反射板で臨界角未満の拡散反射光となし、導光板表面から拡散光を放出する。（実開昭55-162201）。

②図19のような一方の面に三角プリズム型レンチキュラーレンズの突起を有し、もう一方の面を平滑面としたレンズシートを、①の面光源の導光板表面上に突起面を上にして重ね、レンズの光集束作用を利用して、その拡散放射光を所望の角度範囲内に均一方向的に拡散させることができる（実開平4-107201）。このレンズシートは艶消透明拡散板（艶消透明シート）と組合せて使用する場合には、単に艶消透明拡散板のみを用いたもの（米国特許第4729067号）よりも、光源の光エネルギーを所望の限られた角度範囲内に重点的に分配し、かつ、その角度範囲内では均一方向性の高い拡散光を得ることはできた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前述した従来の技術の中、導光体裏面に光散乱板を設けただけの①では、放出光は導光体表面の法線方向に対して60度の角度をピークに比較的鋭い分布をすることになり、最も光を必要とする法線方向の輝度が不足し、斜め横方向に光エネルギーが散逸してしまう。また、従来の技術②では導光体の光放出面上の三角プリズム型レンチキュラーレンズシートが放出光を屈折集束することにより、光放出面の法線方向をピークとして30°～60°の角度内に放出される光エネルギー比率が高くなるが、一方で図15の様に法線方向から離れた方向（斜め方向）にも放出

光のピーク（サイドローブ）が発生するという欠点があった。此の為、依然として観察者に寄与しない損失光が残存する。又このサイドローブは周囲に不要なノイズ光を輻射することにもなり不都合であった。更に、放出面内での輝度分布についても予想に反して、導光板側端部から2～4cm迄は高輝度であるが、それ以上遠ざかると輝度が漸次低下し、光源と反対側の端部では目立って暗くなると云う問題も生じることがわかった。

【0004】これらの欠点を改良すべく、

③特開平1-245220号のように、導光体裏面の光散乱層を網点等のパターン状とし、且つそのパターンの面積を光源に近づく程小さく、光源から遠ざかる程大きくさせて導光板面内の輝度分布を補正、均一化させる試み。

④特開平3-9306号のように導光板の側端部の2箇所以上に光源を配置して導光板面内の輝度分布を補正、均一化させる試み。

がなされたが、いずれも完全に輝度を均一化することは難しく、又③では光放出面側から、光散乱層を網点が目立ってしまう欠点があり、又④では光源のスペース、消費電力とも2倍以上となる欠点があった。

【0005】本発明の目的は、前述の課題を解決し、所望の角度範囲内のみに均一かつ高輝度発光をし、光放出面内での場所による輝度のバラツキもなく、その際消費電力や発熱量を増大させることなく面発光を得られる、面光源及びその面光源を使用した表示装置を提供する事である。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記の目的は以下の本発明によって達成される。即ち、

（請求項1）透光性平板又は直方体状空洞からなる導光体と、その導光体の側端面の少なくとも一面に隣接して設けられた線光源又は点光源と、前記導光体裏面の光反射層と、前記導光体表面の光放出面上に積層された凹又は凸のレンチキュラーレンズシートからなる面光源であって、前記レンチキュラーレンズシートは楕円柱単位レンズをその稜線方向が互いに平行になるように多数平面内に配列してなり、該楕円柱単位レンズは長軸方向が光放出面の法線方向を向いており、

1. $40 \leq \text{屈折率} \leq 1.60$

1. $20 \leq \text{長軸} / \text{短軸} \leq 2.00$

であり、かつレンチキュラーレンズシートの切込量（楕円柱単位レンズの長軸に沿った長さ）及び屈折率が、 $0.10 \leq \text{切込量} / \text{長軸} \leq 0.50$

である事を特徴とする面光源。

（請求項2）前記レンチキュラーレンズシートのレンズ面の反対面と導光体の間に光拡散シートを積層したことを特徴とする請求項1記載の面光源。

（請求項3）前記光拡散シートがランダム微小凹凸を少なくとも一方の表面に有しており、前記微小凹凸面は表

(35)

面粗さが光源光の波長以上、 $100\mu\text{m}$ 以下であり、かつ導光板表面の表面粗さが光源光の波長以下であることを特徴とする請求項2記載の面光源。

(請求項4) 請求項1～請求項3の面光源の光放出面に透過型表示素子を積層してなる事を特徴とする表示装置。

【0007】本発明の面光源及びそれを用いた表示装置は、図1の斜視図で示される構成となっている。導光板1、その側端部の少なくとも1箇所に隣接して設置された線状又は点状光源3、導光板の裏面の光反射層2、導光板の光反射層とは反対面に設置されたレンズシート4、とを最低限の構成となすものである。通常これらに、光源光反射鏡5、全体を収納し、光放出面を窓とした収納筐体(図示せず)、電源(図示せず)等も付随する。

【0008】導光板1の光反射層の反対面10は平滑平

$$X^2/a^2 + Y^2/b^2 = 1$$

但し、 a は短軸長、 b は長軸長で、 $a < b$ とした時、長軸/短軸 $= b/a$ 及び切込量 D と長軸長の比、即ち切

$$b/a = 1.85$$

$$D/d = 0.35$$

とするのが好ましい。楕円をこのように設計する理由としては、サイドロープが少なく光エネルギーの利用効率が良く、拡散角がシャープになり、光放出面の法線方向での高い輝度を得ることができることが、本発明者の種々研究の上確かめられた。

【0010】又式(2)から多少はずれても、その差が

$$1.20 \leq b/a \leq 2.00$$

$$0.10 \leq D/b \leq 0.50$$

$$1.40 \leq n \leq 1.60 \quad (n: \text{屈折率})$$

【0011】尚この単位レンズは、図2(A)の様な凸レンズが良好であるが、図2(B)の様な凹レンズでも良い。これら数値の最適範囲の意義及び、このように限定される理由を説明する。

(1) まず b/a についてであるが、以下の条件を総合して決定する。

(i) 図3の(A)、(B)で図示する通り、各単位レンズに入射する光線のうち、長軸 b に平行なものについては、主切断面形状が一般に光線入射方向(Lin)を長軸方向と一致させた楕円にすると球面収差が抑えられることが知られている。即ち、図3(A)、図4(A)

$$n = 1/e$$

の関係が成り立てば良い。また偏平率 e は、該楕円の長

$$e^2 = (b^2 - a^2) / b^2$$

と書ける。よって、式(1)及び式(5)より、球面収

$$\text{長軸/短軸} = 2b/2a = b/a = n / (n^2 - 1)^{1/2} \quad \text{式(6)}$$

例えば、アクリル樹脂で屈折率 $= 1.5$ の物質を使用したとすると、式(6)より、

$$\text{長軸/短軸} = 1.34$$

の時球面収差はなくなる。ただし実際には、導光板裏面

面であり、表面粗さ(JIS-B-0601の十点平均粗さ R_z 等で計測される)は、光源光の波長以下に仕上げる。通常光源は可視光線であり、その波長は $0.4 \sim 0.8\mu\text{m}$ であるから、表面粗さは $0.4\mu\text{m}$ 以下とする。この程度の粗さに仕上げる方法としては公知の手法、例えば鏡面板での熱プレス、鏡面性の形を用いた射出成形、注型(キャストイング)成形、光学レンズ等で行われている精密研磨等を用いれば良い。

【0009】本発明で用いるレンズシート4は、楕円柱レンチキュラーレンズである。即ち、図2(A)のように楕円柱状の凸単位レンズ42をその稜線方向を平行にして隣接して配列させてなる柱状レンズ群(所謂レンチキュラーレンズ)であり、レンズシート4の法線方向に楕円の長軸方向が向いている。そして楕円の偏平度としては、楕円の式を、

式(1)

込比 D/d は、例えば、アクリル樹脂で屈折率 $= 1.5$ の物質を使用したとすると、

式(2)

少ない間は式(2)の場合にほぼ近い特性を得ることが可能である。検討の結果、式(3)の範囲以内であれば、一応単なる光拡散性フィルム8のみの場合に比べ、良好な光エネルギー利用効率、シャープな拡散角、高い法線方向輝度を得ることができると判明した。

式(3)

のように真円柱レンチキュラーレンズを用いた場合、レンズの集光作用を利用して放出光を所定の拡散角 θ 内に集光させようとしても、実際に焦点Fに集光する光はレンズ中心付近の近軸光線LNのみであり、その他の光線LFは焦点をそれて散逸光となってしまう(いわゆる球面収差)。この際焦点をずれた光線LFは、所定の角 θ 内から散逸してしまい、光の損失及び不要なノイズ光となってしまう。レンチキュラーレンズの球面収差を最小にする為の幾何光学的条件は、レンチキュラーレンズの稜線に直行する断面(主切断面)の楕円の偏平率 e とレンズ材料の屈折率 n との間に、

式(4)

軸の長さ $2b$ と短軸の長さ $2a$ を使って、

式(5)

差のなくなる最適条件は、

式(6)

の光拡散反射層2、導光板とレンズシートとの間の光拡散層8等による光拡散、屈折等により方向がそれる光線が一部生じる為、所定の拡散角 θ から逸脱する光エネルギーは零とはならないが、最小にはできる。実際には、

(36)

前記最適値から若干はずれても、光の集束性は極端には落ちることなく良好な結果を与える。どの範囲まで良好であるかは、他の条件 (i i)、(i i i) をも満たすように決める。

【0012】(i i) 凸レンズ(凹レンズも同様)の焦点距離 f は、レンズ面の曲率半径にほぼ比例する。よって式(7)からわかるように、楕円の長軸/短軸比 b/a が大きくなる程レンズ表面の曲率半径(特にレンズ先端部)は減少し、よって(レンズの屈折率 n 、単位レンズの繰り返し周期 P が一定とすれば)拡散角 θ (視野角)をより大きく広げさせることができる。通常液晶表示素子の背面光源用としては、拡散角を $30 \sim 60$ 度程度に設計する。かかる条件を満たす b/a 、 D/b を選ぶ。

(i i i) 実際レンズを製造する際、直接透明基材を切削、プレス等で加工するにしても、あるいは先ず、金型やロール凹版を成形して、それを元に透明基材をプレス法、注型法等で加工するにしても、 b/a (及び D/b) があまり大きく尖ってしまうと加工しにくくなる。よって成形加工性からは b/a の上限は大体 2.0 程度(及びそれに加えて、後述のように D/b の上限も 1.0 以下、さらに好ましくは $D/b \leq 0.5$ 程度)となる。

【0013】(2) 次に切込比 D/b であるが、

(i) 導光板からレンズシートに斜入力する光線のうち、透過させて、放出光として利用すべき量と、導光板側へ全反射でフィードバックさせ、別の場所で再利用すべき量との配分を最適化するように決定される。実験の結果、前記 b/a の範囲内のとき、 D/b が大きくなるに従って拡散角 α 内の輝度が上昇することがわかった。ただし、その作用機構は今のところ不明である。そして、 $D/b = 0.1$ で、かつ $1.20 \leq b/a \leq 2.0$ のレンズシートを導光板上に載せエッジライト型面光源を形成した場合従来技術である導光板表面に艶消透明フィルムのみを載せたエッジライト型面光源と同等の輝度に落ちることが判った。よって、 $D/b \geq 0.1$ とする必要がある。図7(c)からも判るように、切込比 D/b を大きくするに連れて、出力光は面光源の法線方向を頂上とした単峰特性となり、かつ法線方向輝度 I

(0) も高く拡散角 α も集束する。又 $D/b > 0.5$ 当たりから、図7(B)あるいは図9に示すように、楕円側面低部 P_e 、 P_e 付近に臨界角 θ_c 以上で入射し、面光源の法線から大きくずれた発散光 L_{div} の影響が無視できなくなり、これがサイドロープ光となり、所定の拡散角を保ち、光エネルギーの損失を低減させることができなくなってくる。特に $D/b = 1.0$ 近傍に近づくに連れて、比の影響が目立ってくる。放出光の輝度の面光源の法線からの角度 θ ($-90 \leq \theta \leq +90$) との関係 $I(\theta)$ として示すと、図7(D)のようにサイドロープ光 L_{div} によって、 $I(\theta)$ は双峰又は3峰特性

となることがわかる。よって $D/b \leq 1.0$ 、より好ましくは $D/b \leq 0.5$ とする必要がある。

(i i) 又レンズの加工適正からいっても $D/b = 1.0$ (楕円の上半分を単位レンズとする)に近づくと、隣接するレンズ間の谷間が狭くなり、透明基材を直接切削研磨する場合でも刃物(バイト、ミル等)の先の形状への要求が鋭く尖り過ぎ、要求を満たす刃物がないかあるいは加工しにくくなる。 $D/b > 1.0$ となると、アンダーカット部があるため、加工は極めて困難である。又、金型を用いてプレス法、注型法で透明基材を成形する場合においても $D/b > 1.0$ である必要がある。以上の条件(1)の(i)、(i i)、(i i i)、及び(2)の(i)、(i i)を満たす条件が、式(3)の条件である。

【0014】図7の(A)は、本発明のレンチキュラーレンズにおける全反射臨界点 P_c の位置、及び光線の軌跡を示す図であり、(B)は、切込量 D が大きく、レンチキュラーレンズに全反射臨界点 P_c が含まれている場合の光線の軌跡を示す図である。(B)においては L_{div} が光線の軌跡に現れるが、(A)には現れない。

【0015】図8は、本発明のレンチキュラーレンズ($b/a = 1.80$ 、 $D/b = 0.22$)に拡散光線が入射した場合の光線の軌跡を、コンピュータシミュレーションにより求め描いた図であり、図9は、切込量 D が大きく全反射臨界点 P_c が含まれているレンチキュラーレンズ($b/a = 1.80$ 、 $D/b = 0.83$)に拡散光線が入射した場合の光線の軌跡を、同様に求めたものである。図8では、全反射した光線の軌跡は「レンズ/空気」界面で3回~4回全反射を繰り返した後、導光板に戻され、再利用される。一方図9では、1回「レンズ/空気」界面で全反射した光線の軌跡は、そのまま、空气中に透過し、その際、面光源の法線とのなす角は、更に大きくなる事によってサイドロープが発生して、光エネルギーの損失が認められる。

【0016】凹レンズの場合は、前記の通り凸レンズに比べて、焦点の位置がレンズの全方か後方かの差である。従ってレンズシート4の焦点距離よりも充分遠方の観察者にとっては、凸レンズと実質同様の作用をなす。又双曲線レンチキュラーレンズの場合も、前記楕円柱レンチキュラーレンズの場合と同様である。

【0017】該楕円柱単位レンズの光線の挙動は、図3(B)、図4(B)に示した通りである。光軸に平行に入射する光線は、焦点 F に収束し、しかる後所定の拡散角 θ で発散する。該拡散角 θ は、球面収差が無視でき、導光板の平滑表面10、レンズシート4での全反射によって、導光板の法線から大きくはずれずれた光線は、導光板内にフィードバックされ、導光板裏面の光反射層の拡散反射によって生じた導光板の法線方向近傍の光線、即ち光軸にほぼ平行な光線のみが主にレンズに入射するとした場合、概略、

(37)

$$\theta = 2 \tan^{-1} (p/2f)$$

となる。ただし、 p は単位レンズの開口幅（単位レンズが隙間なく密接して並んでいる場合は単位レンズの繰り返し周期に同じ）、 f は焦点距離である。

【0018】図3と図4の比較からわかるように焦点のできる位置は凹レンズと凸レンズとで変わる。即ち、図3（B）のように凸レンズの場合結像は実像となり焦点はレンズ外部（光出射側）にできる。又図4（B）のように凹レンズの場合は、結像は虚像となり焦点はレンズ内部（光入射）にできる。但しいずれの場合に於いても、本発明の用途の場合、焦点距離はレンズ表面（即ち面光源表面）から観察者までの距離に比べて充分小さく取る為（通常10mm以下）、観察者に対する効果とし

$$X^2/a^2 - Y^2/b^2 = 1$$

（但し、ここで、 b/a は漸近線の傾きで、 $a < b$ 、）で表現される双曲線柱型レンチキュラーレンズであっても同様な効果が期待できる。 a 、 b の最適範囲も楕円柱の場合と同様である。

【0020】これらレンズシートは1枚構成で用いることもできるが、柱状レンズを用いて X 、 Y 2方向（上下方向、左右方向等）の光拡散角を制御する為には図5のように2枚のレンズシートを、その稜線が直交するように積層しても良い。この場合レンズ面の向きは図5のように2枚とも同じ向きにするのが、光反射層2から飛来する光線のうち、比較的、光放出面の法線方向に近い成分の透過率の高さと、比較的、光放出面の法線方向から傾いた光線の導光板へのフィードバック率の高さととの均衡上最も良好であるが、勿論各レンズシートのレンズが対抗して向き合う（レンズ面は2枚のレンズシートの間に挟まれる）様に積層することもできる。又該レンズシートは図2（A）のように透光性基材を一体成形して得ても良いし、又図2（B）のように透光性平板（又はシート）44の上に単位レンズ42を形成したものでも良い。

【0021】該レンズシート4は透光性基材から形成される。此处で透光性基材としては、ポリメタアクリル酸メチル、ポリアクリル酸メチル等のアクリル酸エステル又はメタアクリル酸エステルの単独若しくは共重合体、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート等のポリエステル、ポリカーボネート、ポリスチレン、ポリメチルペンテン等熱可塑性樹脂、或いは紫外線又は電子線で架橋した、多官能のウレタンアクリレート、ポリエステルアクリレート等のアクリレート、不飽和ポリエステル等透明な樹脂、透明な硝子等、透明なセラミックス等が用いられる。この透光性基材は、レンズ

$$I^0(\theta) = I^0_{mp} \cos \theta, \text{ 但し、} -90^\circ \leq \theta \leq 90^\circ \quad \text{式(9)}$$

θ は法線 N とのなす角、 I^0_{mp} は法線方向の透過光強度又はそれに類似する分布となることを云う。

【0024】該レンズシート4の裏面（レンズ面の反対面）には、微小凹凸（微小突起群41）を有する光拡散

式(7)

ては凹、凸両レンズとも大差はない。但し、実験結果によれば、エッジライト型面光源に用いた場合、同形状でも凸レンズの方が凹レンズよりも法線方向輝度がより高く、かつ拡散角がより鋭い光出力が得られることがわかった。理由の詳細は不明であるが恐らく、レンズと光放出面側の空気層との界面で全反射を起こす光が凹レンズの場合はレンズの外方向に、凸レンズの場合はレンズの内方向に偏向するため、その差に起因すると思われる。

【0019】尚、以上の説明では専ら楕円柱型レンチキュラーレンズについて述べたが、単位レンズ断面が式（6）、

式(8)

シートとして用いる場合には、通常総厚みが20～1000 μ m程度とする。

【0022】レンズ形状を形成する方法としては、例えば、公知の熱プレス法（特開昭56-157310号公報記載）、紫外線硬化性の熱可塑性樹脂フィルムにロールエンボス版によってエンボス加工したのちに、紫外線を照射してそのフィルムを硬化させる方法（特開昭61-156273号公報記載）、レンズ形状を刻設したロール凹版上に紫外線又は電子線硬化性樹脂液を塗布し凹部に充填後、樹脂液を介してロール凹版上に透明基材フィルムを被覆したまま紫外線又は電子線を照射し硬化させた樹脂と、それに接着した基材フィルムとをロール凹版から離型し、ロール凹版のレンズ形状を硬化樹脂層に賦型する方法（特開平3-223883号、米国特許第4576850号等）等を用いる。該方法の場合、成形したレンズシートを巻き取って加工する都合上、加工時の亀裂発生等を防止する為、紫外線又は電子線硬化性樹脂としては、比較的柔軟性、柔軟性のあるものを選定する。

【0023】透光性基材に要求される透光性は、各用途の使用に支障のない程度に、拡散光を充分透過するように選定する必要がある、無色透明が一番望ましいが、用途によっては着色透明又は艶消半透明であってもよい。ここで、艶消透明とは、透過光を半立体角内のあらゆる方向にほぼ均一等方的に拡散透過させる性質をいい、光等方拡散性と同義語に用いられる。つまり、艶消透明とは、透明性基材の表面の法線方向とのなす角を θ とした場合に、平行光束を裏面から入射させたとき（入射角 $i = 0^\circ$ ）における透過光強度の角度分布 $I^0(\theta)$ が $\cos \theta$ 分布

シート8と積層して使用することが好ましい。此の理由は、エッジライト型面光源の場合は後述するように、光放出面内の輝度分布を均一化する為である。光拡散シート8表面に形成する高さが光源光の波長以上、100 μ

m以下の微小凹凸41は、透光性基材の表面に熱プレスによるエンボス加工、サンドブラスト加工等で直接形成することも出来るし、その他、透光性基材の平坦な表面に突起を有する透光性材料層を形成することによっても出来る。具体的には、炭酸カルシウム、シリカ、アクリル樹脂等の透明な微粒子を透明バインダーに分散させた塗料を塗工して、塗膜の表面に微粒子の凹凸を現出させる方法、或いは前記の特開平3-223883号、米国特許第4576850号等に開示されるロール凹版上で紫外線又は電子線硬化性樹脂液を表面が艶消し微小凹凸となる様に成形する方法等を用いる。

【0025】該突起41は、図6のように表面粗さが光源光の波長以下の導光板1と光拡散シート8との間、及び／又は、光拡散シート8とレンズシートの平滑表面10との間に光源光の波長以上の間隙9（寸法ΔX）を少なくとも部分的に形成させる事が目的である。後述するように間隙ΔXが光源光の波長未満だと、導光板1の平滑平面10での光全反射が十分に起きなくなり、又100μm超過だと突起の凹凸形状が目立ってきて不都合である。

【0026】此の目的が達せられれば該突起41はいかなる凹凸形状でも良いが、所望の拡散角内での均一な輝度の角度分布と光源面内での均一な輝度分布とを得る点から、最も良好な態様は、光拡散シート8の表面にランダムな凹凸形状（例えば砂目模様、梨地模様等）を全面に形成したものである。此の様にすると、図6に示すように光拡散シート8の表面から入射した光面L1、L2S等は該突起群41が光拡散層としても作用して光を等方的に拡散する為、均一な角度分布がえられ、又網点状のパターンが目立つこともなく良好である。

【0027】勿論、上記の如く光拡散性シート8を、レンズシート4と導光板の平滑平面10との間に介在させる事その他、該レンズシートの裏面（レンズ面の反対面）に、艶消し透明性と表面の波長以上、100μm以下の突起群41を設けるようにしてもよい。このような微小凹凸41は、一体成形レンズシート4の裏面に前述の光拡散シートと同様の加工方法により形成することが出来る。

【0028】本発明で用いる導光板1の材料としては、前記のレンズシートの材料と同様の透光性材料の中から選択する。通常は、アクリル又はポリカーボネートの樹脂が用いられる。導光板の厚みは、通常1～10mm程度のものが用いられる。

【0029】本発明で用いる光源3としては、蛍光灯等

（透過光量／全反射光量）＝（波長λ以上の空隙のある部分の面積／導光板全表

面積）＝R

式（10）

で近似されることから、Rは80～90%以上必要となる事が判明した。

【0032】レンズシート4と導光板1との間に光源光の波長以上の空隙を形成する方法としては、レンズシ

の線光源が全面均一の輝度を得る上で好ましいが、白熱電球等の点光源を用いる事も可能である。該光源3は図示した様に導光板の側端部の外に隔離して設ける以外に、導光板1の側端部を一部切り欠いて、一部又は全部を導光板の中に埋設する事も可能である。高輝度と輝度の面内での均一性向上の点から、光源3を導光板1のもう片方の側端部にも設置する事もできる。光源光反射鏡5としては公知のもの、例えば放物面柱、双曲線柱、楕円柱等の形状をした板の内面に金属蒸着をしたものが用いられる。

【0030】エッジライト型面光源の場合、導光板の平滑平面10上には、前記の光拡散シート8を積層し、さらにその光拡散シート8の上にはレンズシート4を積層する。その際図6のようにレンズシート4のレンズ面を外側（平面10の反対面）に、微小凹凸41が内側（平面10側）を向くようにして載せることにより、レンズシート4の平滑面7と光拡散シート8の突起群41及び／又は導光板1の平滑面10と光拡散シート8の突起群41の間に、光源光の波長λ以上の空隙9が少なくとも一部分はできるようにする。空隙部分9の面積比率R即ち、

R＝（波長λ以上の空隙のある部分の面積／導光板全表面積）×100%

は、要求される面内での輝度の均一性、光エネルギーの利用効率、導光板の寸法等により決定されるが、通常は、比率Rは80%以上、より好ましくは90%以上必要である。

【0031】この理由としては、実験の結果、図2Qの様な、ともに表面粗さが光の波長以下の平滑な導光板表面10とレンズシートの裏面7とを密着させた場合導光板表面10とレンズシート裏面7との界面は光学的には消失し、線光源3からの入力光のうち大部分が、光源側の側端部から距離yの所で臨界角未満で入射し全反射することなく放出され、その結果yより遠い所では急激に輝度が低下して暗くなることが判明した。勿論、光線L4のように、直接光源から、遠方のレンズシートに到達する光線もあるが、これらは、強度的には、距離の2乗で減衰しており、輝度向上には余り寄与しない。そして、発光部の長さyと導光板の光伝播方向の全長Yに対する比率、 $(y/Y) \times 100 = 10 \sim 20\%$ である事が判明した。よって、光源から導光板平面10に入射する光エネルギー量を全長さYに均等に分配する為には、平面10への入射光のうち10～20%だけは透過させ、残り90～80%を全反射させる必要がある。概ね、

ト4を、そのレンズ面42と突起群41の向きを図1とは反転させて置くことも出来る（図示せず）。但しこの場合は、一旦レンズ面42で所望の角度内に集束された光が、再び等方的に発散してしまう為、光の拡散角を最

(39)

適値である法線を中心とした30度～60度内に制御することが難しい。

【0033】光反射層2は、光を拡散反射させる性能を持つ層であって、以下のように構成することができる。

- ① 導光板層の片面に、高隠蔽性かつ白色度の高い顔料、例えば、酸化チタン、アルミニウム等の粉末を分散させた白色層を塗装などによって形成する。
- ② サンドブライト加工、エンボス加工等によって艶消微細凹凸を形成した導光板の凹凸模様面に、更に、アルミニウム、クロム、銀等のような金属をメッキ又は蒸着等して、金属薄膜層を形成する。
- ③ 隠蔽性が低く単にマット面を塗布で形成した白色層に、金属薄膜層を形成する。
- ④ 網点状の白色層に形成し、光源から遠ざかるに従って面積率を増やして、光源の光量が減衰するのを補正するようにしてもよい。

【0034】面光源の光の分布状態を評価するには、拡散角が有効である。拡散角としては例えば半値角 θ_H が用いられる。これは、透過光輝度（又は強度）が光放出面の法線からの角度 θ の減少関数 $I(\theta)$ とした時に、 $I(\pm\theta_H/2) = I(0)/2$ となる角 θ_H として定義される。

【0035】尚、本発明の面光源100の光放出面に、図1のように透過型表示素子6を載置することにより、本発明の透過型表示装置を得る。透過型表示装置としては、液晶表示素子（LCD）エレクトロクロミックディスプレイ（ECD）等が用いられる。

【0036】

【作用】請求項1、及び請求項4の楕円柱レンチキュラーレンズは、前記の通りサイドロープが少なく光エネルギーの利用効率が良く、拡散角がシャープになり、高い法線輝度を得ることができる。この楕円柱レンチキュラーレンズの作用について説明する。式（3）のようにレンズシートを設計すると、既に述べたように、エッジライト型面光源における、導光体裏面の光拡散反射層、導光板、空隙、光拡散シート、レンズシートの各種界面に於ける光の反射（全反射又は部分反射）、透過屈折、拡散（透過又は反射）の配分、バランスが最適化され、光源3から出た光線は導光体1の全面に分配されて輝度の光放出面内の分布を均一化させ、又主に光放出面の法線近傍に向かって導光板から出て来る光線をレンズで集束させる為、放出光を所望の拡散角内に分布させることができ、光放出面の法線から大きく傾いて導光板から出てくる光線は、大部分導光板側へフィードバックされ、再利用される為、光エネルギーの損失となるサイドロープ光をなくし、光のエネルギーの中所望の拡散角外へ洩れる量を低減させる。

【0037】更に請求項2の発明では、図1のように、光拡散シート8の表面に突起群41を形成し、それにより導光板の平滑平面10とレンズシート4との間に、少

なくとも部分的に、空隙9を形成する。この空隙部9では、通常1.5程度の導光板1と屈折率1.0程度の空気層（乃至は真空層）とが平面10を界面として隣接する為、図18の場合と同様の光全反射が起こる。そのため光源近傍の領域では平面10に臨界角未満で入射し透過していく光線L1Tの10～20%の透過光によって放出光がえられ、又光源から離れた領域では該空隙部9の界面で全反射した後、裏面の光拡散反射層2で拡散反射した光線のうち臨界角未満の成分L2Tによって放出光が得られる。

【0038】勿論、L2Tの中でも、一部、突起群41と平面10とが接触している領域に入射した光は、全反射せず、そのまま透過し放出光となる。空隙部の面積比Rが80～90%以上の場合、全面ほぼ均一な輝度分布となる。ある。又ここで、突起の高さ（即ち空隙部の間隔）を、光源光の一波長以上にしたことにより、面10での全反射が確実なものとなる。その理由としては、図10のように、導光板内部から導光板の平滑平面10入射した光線L1が全反射して反射光L1Rになる場合、厳密に言うと光の電磁場は全く空気（又は真空）9の中に存在しない訳ではなく、一部トンネル効果により界面10を透過した電磁場L1Vが存在している。但し、此の電磁場L1Vは指数関数的に減衰し、光の波長程度のオーダーで振幅は0となる。よって、空隙9が光の波長に比べて充分大きな距離続けば、光線L1は事実上全く、空隙部9の中には入らない。

【0039】ところが、図11のように導光板1とほぼ同屈折率のレンズシート4が、導光板の面10に対して、光の波長 λ 未満の距離 ΔX 迄近づくと（ $\Delta X < \lambda$ ）、完全に減衰せずにレンズシート4に入った電磁場L1Vは再び進行波L1Tとなる、即ち透過光L1Tが生じてしまう。

【0040】本発明に於いては、光拡散シート8の表面に突起41が形成してある為、図12のように導光板1と光拡散シート8との間及び／又は光拡散シート8とレンズシート4との間には空隙部9を有する領域と空隙部が無く光学的に両者が一体化している（或いは空隙が有っても光の波長未満）領域とができる。これらのうち、空隙部では入射光の全反射が起こり、空隙のない部分では入射光は透過する。空隙部面積の導光板全面積に対する比で、面10で全反射する光量の比が決まることは前述の通りである。

【0041】

【発明の効果】本発明の面光源は特定形状のレンチキュラーレンズの作用によりサイドロープが少ない為、導光板から放出された光は殆ど所定の拡散角内に集光され、本来無駄になる面光源の斜め～接線方向に散逸するはずの光エネルギーも導光板に戻されて観察に有効な照明光として利用できる。その為、エネルギーの利用効率も良く、高輝度であり、且つ面光源側面にノイズ光を放出す

(40)

ることもない。また、レンチキュラーレンズシートを置いて、導光板表面での光全反射による導光板内全体への光源光の均一な分配を妨げることがなく光放出面内での輝度分布は均一である。また、光拡散シートを併用することによって、より一層光放出面内での輝度分布の均一性が高く、かつ導光板裏面の光拡散パターンも良好に不可視化される。さらに、本発明の面光源を用いた表示装置は、電力等エネルギー利用効率がよく、高輝度で、適度な視野角を持ち、且つ前面均一な輝度の表示を得る事ができる。

【0042】

【実施例1】

(レンチキュラーレンズの成形工程) 図13の様な装置を用い、以下の工程により製造した。

①厚さ100 μ mの無色透明な2軸延伸ポリエチレンテレフタレート基材フィルム11の巻取りロール11を用意した。

②金属円筒表面に楕円柱レンチキュラーレンズ形状の逆型(同一形状で凹凸が逆)15を刻設したロール状凹版14を用意し、これを中心軸の回りに回転させつつ、Tダイ型ノズル21から紫外線硬化型樹脂液16を版面に供給し、レンズの逆型の凹凸表面を充填被覆した。

③次いで前記基材フィルム12を巻取りロール11からロール状凹版14の回転周速度と同期する速度で巻出して、押圧ロール13で基材フィルムを該ロール凹版上に、該樹脂液を間に介して積層密着させ、その儘の状態の水銀燈23、23からの紫外線を基材フィルム側から照射し、該逆型内で樹脂液を架橋硬化させると同時に基材フィルムと接着した。

④次いで剥離ロール18を用いて走行する基材フィルムを、それに接着したレンズ形状19の成形された硬化樹脂と共に剥離し、

⑤斯くして、楕円柱レンチキュラーレンズシート20を得た。

ちなみに、

レンズ形状：図2(A)の通り、

・単位レンズ形状：凸楕円柱(長軸をレンズシートの法線方向に向ける。)

・長軸長 $2b = 230\mu\text{m}$

・短軸長 $2a = 128\mu\text{m}$

・長軸長/短軸長 $= 2b/2a = 1.80$

・レンズ単位の繰り返し周期 $p = 110\mu\text{m}$

・切込比 $D/b = 0.34$

・切込量 $D = 50\mu\text{m}$

紫外線硬化性樹脂液：

・多官能ポリエステルアクリレートオリゴマー

・光反応開始剤

を主成分とする。

【0043】(光拡散シートの成形工程)

①金属円筒表面に#80のサンドペラストして得た微小

凹凸(突起群)を刻設したロール状凹版を用意した。

②次いで、厚さ50 μ mの無色透明な2軸延伸ポリエチレンテレフタレートの透光性基材を巻取りロールから巻戻し、レンズ成形工程と同様の装置、樹脂液、を用いて、透光性基材の表面に艶消剤を含まない紫外線硬化型樹脂硬化物よりなる艶消し透明の微小凹凸を成形した。

③斯くして、本発明に仕様する光拡散層を得た。

ちなみに、

微小凹凸

・ヘイズ値 $= 88.8$

・表面光沢度(JIS-Z-8741) $= 11.3$

・表面粗さ(JIS-B-0601の十点平均粗さ) $R_z = 38.4\mu\text{m}$

【0044】

【実施例2】実施例1で製造した楕円柱レンズシート2枚を稜線を直行させ、レンズ面をいずれも光放出面方向へ向けて重ね、その直下に光拡散シート及び導光板を積層して、図1の如きエッジライト型面光源を得た。

導光板：

・材料：ポリメチルメタアクリレート重合体樹脂

・形状：直方体。

厚み×幅×奥行(光の伝播方向) $= 4 \times 150 \times 200\text{mm}$

・表面：十点平均粗さが全面に於いて $R_z = 0.1\mu\text{m}$ 未満の平滑性に仕上げた。

・裏面：導光板の裏面に艶消し透明インキを円形の網点状に印刷し、その裏面にアルミニウムをポリエチレンテレフタレートフィルムに真空蒸着した鏡面反射性フィルムをおいた。網点はシリカの微粉末をアクリル系樹脂のバインダーに分散させたものを用いシルクスクリーン印刷で形成した。網点の配列は、繰り返し周期2mmで縦・横方向に配列させた。網点の直径は光源に近い所では0.1mmとし、光源からの距離に比例して大きくし、光源と反対側の端部で1mmとした。

光源：線光源として、5Wの白色蛍光灯を導光板の両端に配置した。導光板と反対側には金属性の反射鏡を置いた。

以上の構成の面光源の性能は以下の通り。

・輝度の角度分布は図14の通り。

・半値角 $\theta_h = 70^\circ$

・法線方向輝度(導光板中央部) $= 2260\text{cd}/\text{m}^2$

・法線方向輝度の光放出面内の分布： $\pm 5\%$ 以内。目視でも略均一

・サイドロブ発生無し。

【0045】

【実施例3】レンズ形状を下記のように変える他は実施例2に同じとした。

レンズ形状：

・単位レンズ形状：凸楕円柱(長軸をレンズシートの法線方向に向ける。)

(41)

- ・長軸長 $2b = 230 \mu\text{m}$
- ・短軸長 $2a = 128 \mu\text{m}$
- ・長軸長/短軸長 $= 2b/2a = 1.80$
- ・レンズ単位の繰り返し周期 $p = 95 \mu\text{m}$
- ・切込比 $D/b = 0.31$
- ・切込量 $D = 36 \mu\text{m}$

以上の構成の面光源の性能は以下の通り。

- ・輝度の角度分布は大略図14の通り（図示せず）。
- ・半値角 $\theta_h = 68^\circ$
- ・法線方向輝度（導光板中央部） $= 2101 \text{ cd/m}^2$
- ・法線方向輝度の光放出面内の分布； $\pm 5\%$ 以内。目視でも略均一
- ・サイドローブ発生無し。

【0046】

【実施例4】レンズ形状を下記のように変える他は実施例2に同じとした。

レンズ形状；

・単位レンズ形状；凸楕円柱（長軸をレンズシートの法線方向に向ける。）

- ・長軸長 $2b = 230 \mu\text{m}$
- ・短軸長 $2a = 128 \mu\text{m}$
- ・長軸長/短軸長 $= 2b/2a = 1.80$
- ・レンズ単位の繰り返し周期 $p = 75 \mu\text{m}$
- ・切込比 $D/b = 0.19$
- ・切込量 $D = 22 \mu\text{m}$

以上の構成の面光源の性能は以下の通り。

- ・輝度の角度分布は大略図14の通り（図示せず）。
- ・半値角 $\theta_h = 65^\circ$
- ・法線方向輝度（導光板中央部） $= 1865 \text{ cd/m}^2$
- ・法線方向輝度の光放出面内の分布； $\pm 5\%$ 以内。目視でも略均一
- ・サイドローブ発生無し。

【0047】

【実施例5】レンズ形状を下記のように変える他は実施例2に同じとした。

レンズ形状；

・単位レンズ形状；凸楕円柱（長軸をレンズシートの法線方向に向ける。）

- ・長軸長 $2b = 204 \mu\text{m}$
- ・短軸長 $2a = 150 \mu\text{m}$
- ・長軸長/短軸長 $= 2b/2a = 1.36$
- ・レンズ単位の繰り返し周期 $p = 130 \mu\text{m}$
- ・切込比 $D/b = 0.49$
- ・切込量 $D = 50 \mu\text{m}$

以上の構成の面光源の性能は以下の通り。

- ・輝度の角度分布は大略図14の通り（図示せず）。
- ・半値角 $\theta_h = 72^\circ$
- ・法線方向輝度（導光板中央部） $= 2028 \text{ cd/m}^2$
- ・法線方向輝度の光放出面内の分布； $\pm 5\%$ 以内。目視でも略均一

- ・サイドローブ発生無し。

【0048】

【比較例1】実施例2に於いて、レンズシート凸楕円柱レンチキュラーレンズに代えて、下記の三角柱プリズム型レンチキュラーレンズを仕様した。

・断面形状；直角二等辺三角形。90度の頂角を面光源の法線方向に向ける。

・単位レンズの繰り返し周期（一辺の長さ） $= 100 \mu\text{m}$

・材料、層構成、製法は実施例1の凸楕円柱レンチキュラーレンズと同様。

以上の構成の面光源の性能は以下の通り。

・輝度の角度分布は図15の通り。

・半値角 $= 68^\circ$

・法線方向輝度（導光板中央部） $= 2074 \text{ cd/m}^2$

・法線方向輝度の光放出面内の分布； $\pm 5\%$ 以内。目視でもほぼ均一

・サイドローブ発生有り。（法線から $\pm 75^\circ$ 方向にピーク）

サイドローブピーク輝度/法線方向輝度 $= 26\%$

【0049】

【比較例2】実施例2に於いて、以下の形状の凸楕円柱レンチキュラーレンズを使用した。

レンズ形状；

・単位レンズ形状；凸楕円柱（短軸をレンズシートの法線方向に向ける。）

- ・長軸長 $2b = 150 \mu\text{m}$
- ・短軸長 $2a = 204 \mu\text{m}$
- ・長軸長/短軸長 $= 2b/2a = 0.74$
- ・レンズ単位の繰り返し周期 $p = 177 \mu\text{m}$

切込比 $D/b = 0.49$

切込量 $D = 37 \mu\text{m}$

その他は実施例2と同じとした。以上の構成の面光源の性能は以下の通り、

・輝度の角度分布は図16の通り。

・半値角 $= 84^\circ$

・法線方向輝度（導光板中央部） $= 1734 \text{ cd/m}^2$

・法線方向輝度の光放出面内の分布； $\pm 5\%$ 以内。目視でもほぼ均一

・サイドローブ発生有り。（法線方向より、 $\pm 75^\circ$ 離れた方向に輝度のピークあり）

サイドローブピーク輝度/法線方向輝度 $= 37\%$

【0050】

【比較例3】実施例2に於いて、レンズシートの裏面に光拡散シートを介在させない物を使用した。レンズシート裏面は、基材フィルム表面自体であり、フィルム裏面及び導光板表面の十点平均粗さ R_z は $0.1 \mu\text{m}$ 未満の平滑平面とした。その他は実施例2と同じとした。以上の構成の面光源の性能は、光放出面の法線方向輝度が光源側端部近傍 4 cm までは高輝度であるが、光源からの

(42)

距離とともに急激に低下し、光源から5cmの所では目視で暗く感じる程に輝度が低下してしまった。

【0051】

【比較例4】実施例2に於いて、レンチキュラーレンズと光拡散シートを取り除き、代わりに以下の構成の艶消し透明シート2枚を導光板の光放出面10上に載せた（従来技術に相当）。

艶消し透明シート；50 μ m厚の2軸延伸ポリエチレンテレフタレートフィルムの両面に、艶消剤として炭酸カルシウムの粒径1～5 μ mの粒子を分散させた2液硬化型ポリウレタンの塗料を塗工し乾燥時の膜厚5 μ mの塗膜を形成したシート。

以上の構成の面光源の性能は、

- ・輝度の角度分布は図17の通り。
- ・半値角＝70度（ただし、半値角の外でも急には減衰せずある程度の放出光が分布する。）
- ・法線方向輝度（導光板中央部）＝1491cd/m²
- ・法線方向輝度の光放出面内の分布；±5%以内。目視でも均一。
- ・サイドロブ発生無し。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のエッジライト型面光源、及びそれを用いた透過型表示装置の実施例の斜視図。

【図2】本発明で用いるレンズシートの実施例の斜視図。楕円柱型レンチキュラーレンズの場合。（A）は凸レンズ、（B）は凹レンズの場合。

【図3】レンズシートの光線の挙動、特に球面収差を単位レンズで説明した図。（A）は凸真円柱レンズの場合、（B）は本発明の凸楕円柱レンズの場合。

【図4】レンズシートの光線の挙動、特に球面収差を単位レンズで説明した図。（A）は凹真円柱レンズの場合、（B）は本発明の凹楕円柱レンズの場合。

【図5】本発明で用いるレンズシートの別の実施例の斜視図。楕円柱型レンチキュラーレンズ2枚を、両者の軸が直行する様に積層した場合。

【図6】本発明のエッジライト型面光源の実施例の断面図。導光板とレンズシートとの界面に、両面が微小凹凸を有する光拡散シートを挿入し、2か所（2層）の空隙を形成した例。

【図7】（A）本発明のレンチキュラーレンズにおける全反射臨界点Pcの位置、及び光線の軌跡を示す図。
（B）切込量Dが大きく、レンチキュラーレンズに全反射臨界点Pcが含まれている場合の光線の軌跡を示す図。

【図8】本発明のレンチキュラーレンズに拡散光線が入射した場合の光線の軌跡を示す図。

【図9】切込量Dが大きく全反射臨界点Pcが含まれているレンチキュラーレンズに拡散光線が入射した場合の光線の軌跡を示す図。

【図10】導光板表面の平滑平面上で全反射する光線の挙

動を示す断面図。一部空気中に電磁場がトンネル効果で滲み出ている。

【図11】導光板からトンネル効果で滲み出した光線がレンズシート内で再び進行波となることを示す断面図。

【図12】本発明で用いる光拡散シートに於いて、導光板から外部へ向かって進行する光線が一部全反射され、一部透過することを示す断面図。

【図13】本発明の製造方法の一例を示す断面図。（実施例1）に対応する。

【図14】本発明（実施例2）のエッジライト型面光源の特性。長軸が法線方向に向いた凸楕円柱レンチキュラーレンズを用いた場合の、放出光輝度の角度分布を図示する。

【図15】（比較例2）のエッジライト型面光源の特性。三角柱レンチキュラーレンズを用いた場合の、放出光輝度の角度分布を図示する。

【図16】（比較例3）のエッジライト型面光源の特性。短軸が法線方向に向いた凸楕円柱レンチキュラーレンズを用いた場合の、放出光輝度の角度分布を図示する。

【図17】（比較例4）のエッジライト型面光源の特性。艶消し透明シート2枚を導光板の光放出面上に載せた。

【図18】従来技術のエッジライト型面光源の断面図。導光板上にレンズシートなしの場合。

【図19】従来技術のエッジライト型面光源の斜視図。導光板上にレンズシートを、間に空隙を置かず、密着させた場合。

【図20】図19の拡大断面図。レンズシートと導光板との界面が光学的に消滅一体化している事を示す。

【符号の説明】

- 1 導光板
- 2 光反射層
- 3 光源（ユニット）
- 4 レンズシート
- 5 反射鏡
- 6 液晶表示装置等の透過型表示装置
- 7 レンズシート裏面の平滑平面
- 8 光等方拡散性シート（光拡散層）
- 9 空隙
- 10 導光板表面の平滑平面。
- 11 巻取りロール
- 12 基材フィルム
- 13 押圧ロール
- 14 ロール状凹版
- 15 レンズ形状の逆型
- 16 紫外線硬化型樹脂液
- 17 レンズ逆型内の未硬化樹脂液
- 18 剥離ロール
- 19 レンズ形状（レンズ単位）

(43)

20 レンズシート
 21 Tダイ型ノズル
 22 液溜まり
 23 水銀燈
 41 レンズシートの突起 (群)
 42 レンズ単位
 43 突起群を有する透明層
 44 透明基材層

100 面光源
 200 表示装置

【手続補正2】

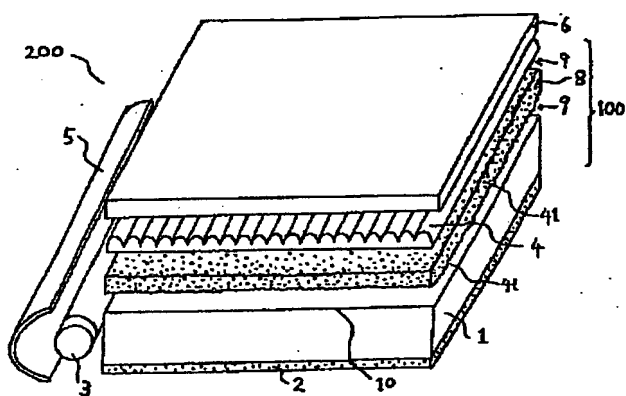
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

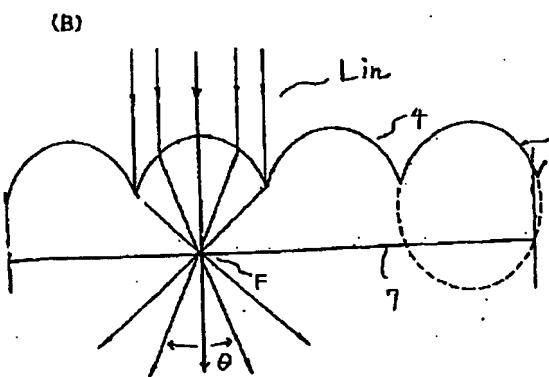
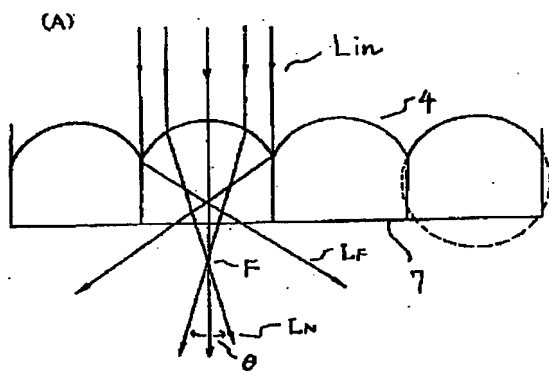
【補正方法】変更

【補正内容】

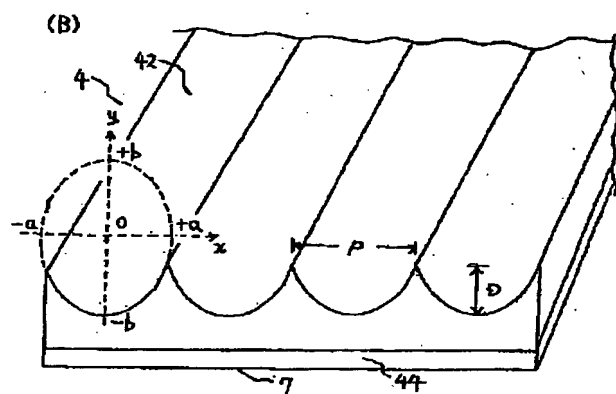
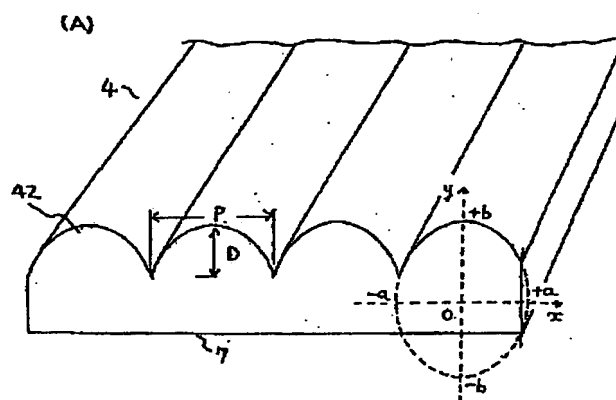
【図1】



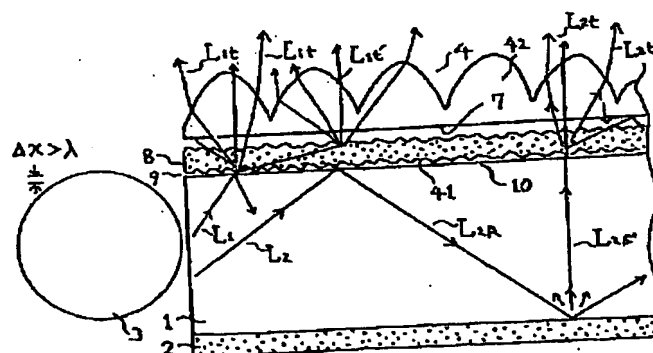
【図3】



【図2】

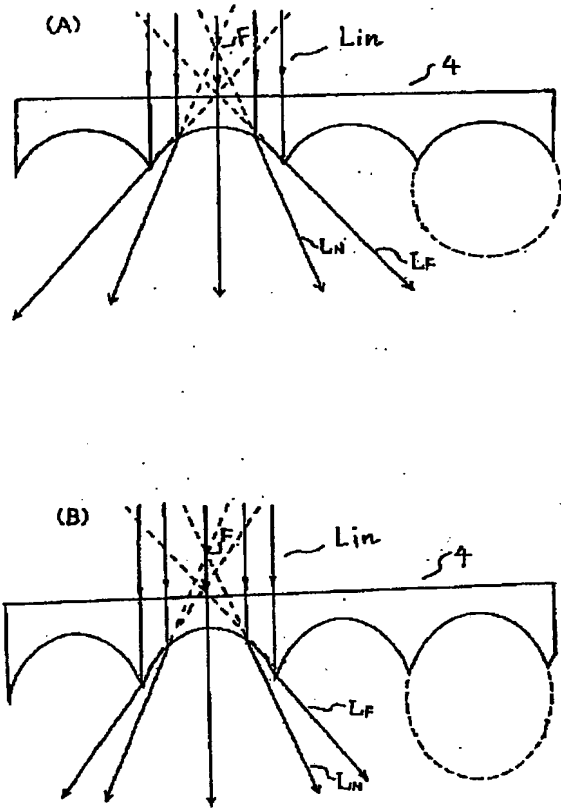


【図6】

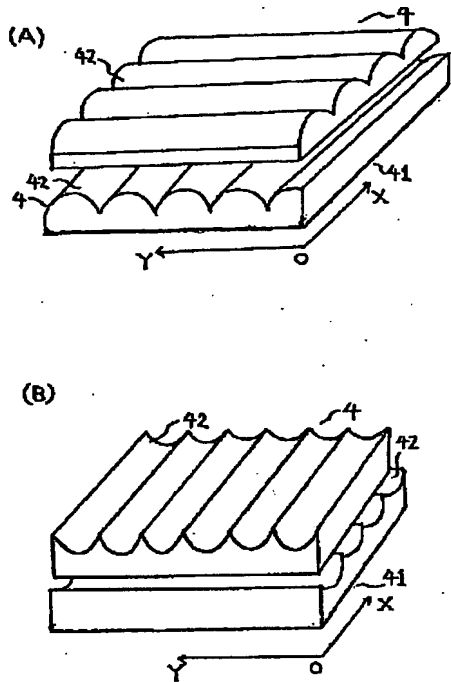


(44)

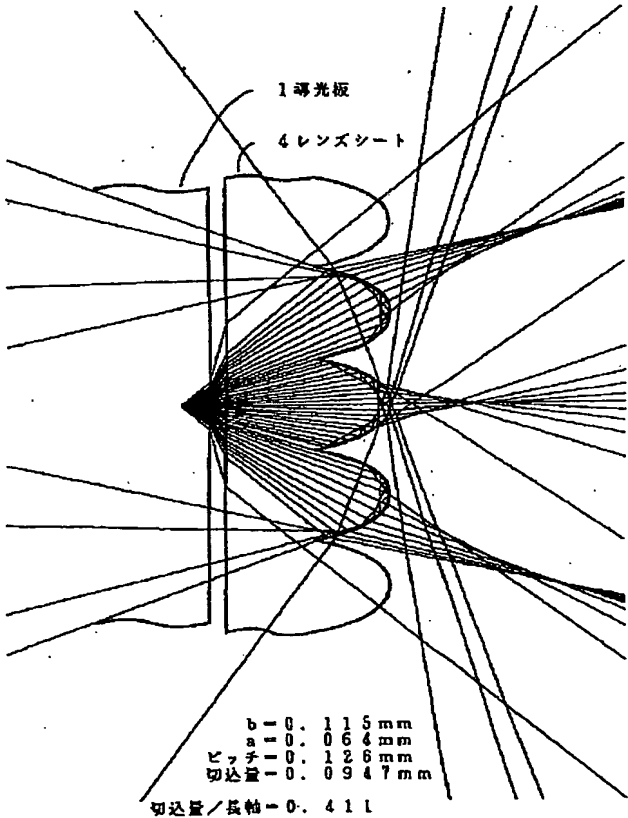
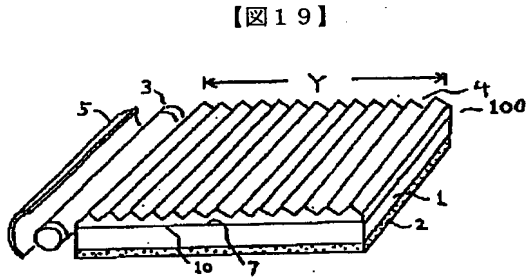
【図4】



【図5】



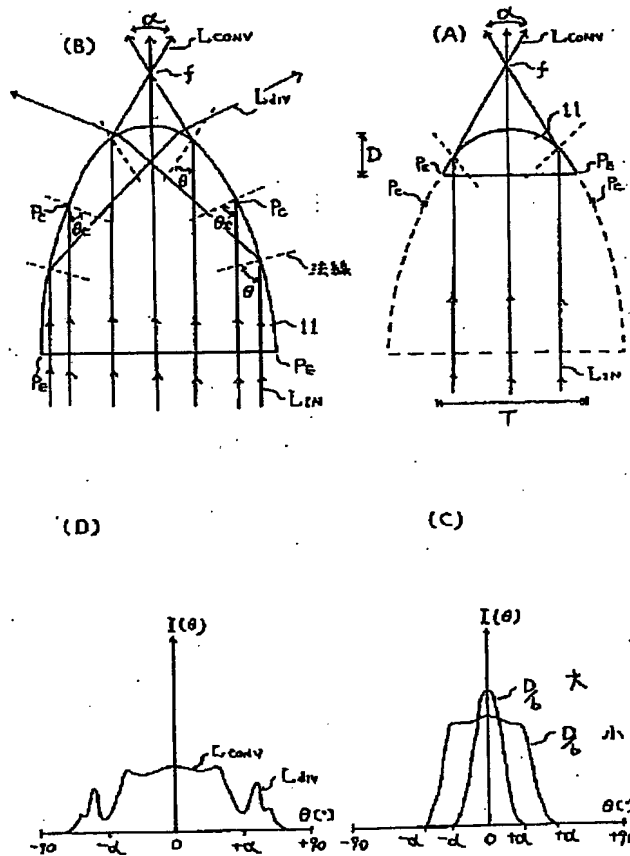
【図9】



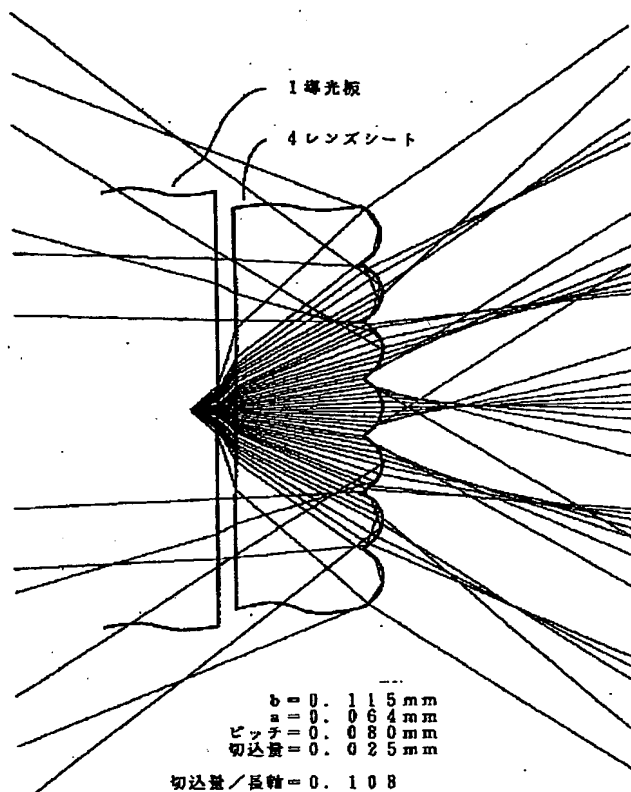
1 導光板
4 レンズシート
b = 0.115 mm
a = 0.064 mm
c = 0.126 mm
切込量 = 0.0947 mm
切込量/長軸 = 0.411

(45)

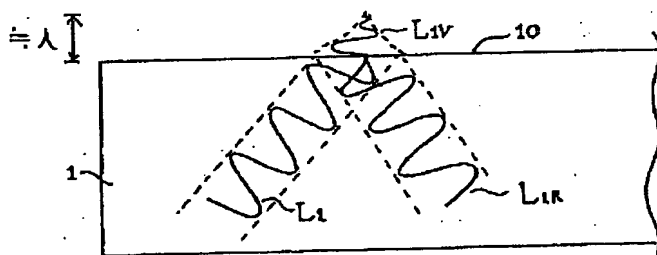
【図7】



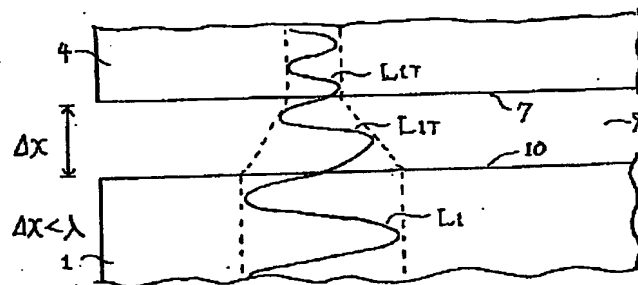
【図8】



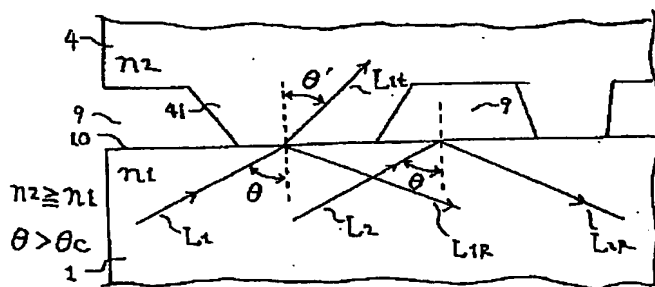
【図10】



【図11】

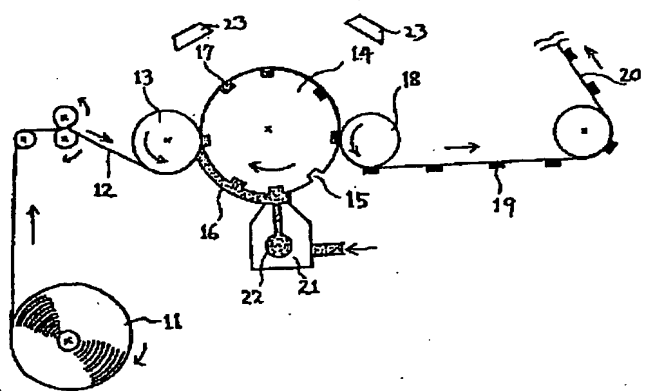


【図12】

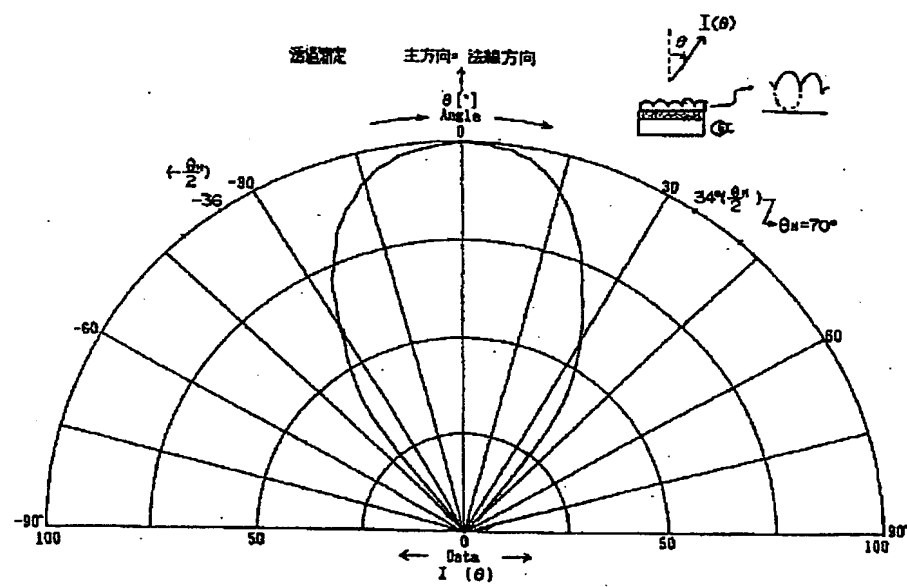


(46)

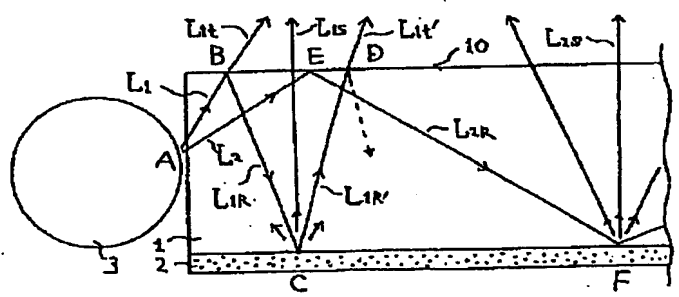
【図13】



【図14】

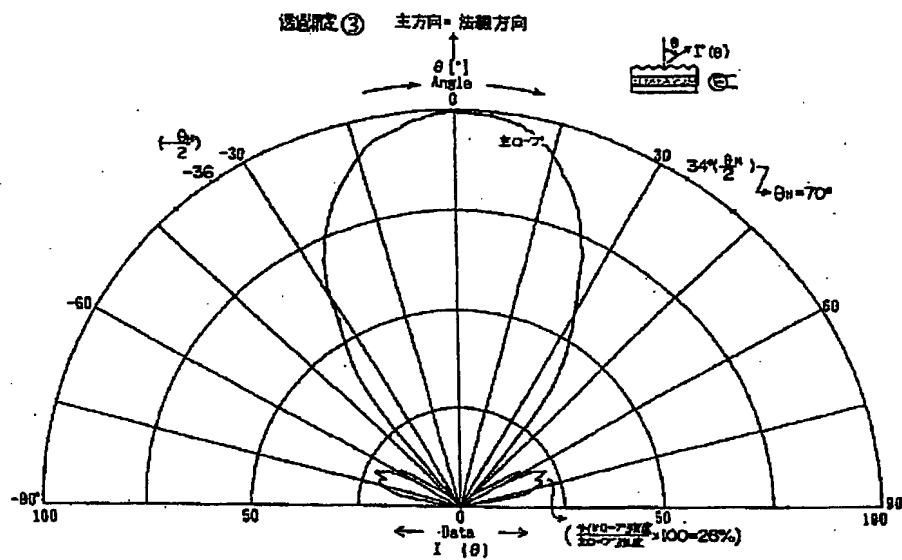


【図18】

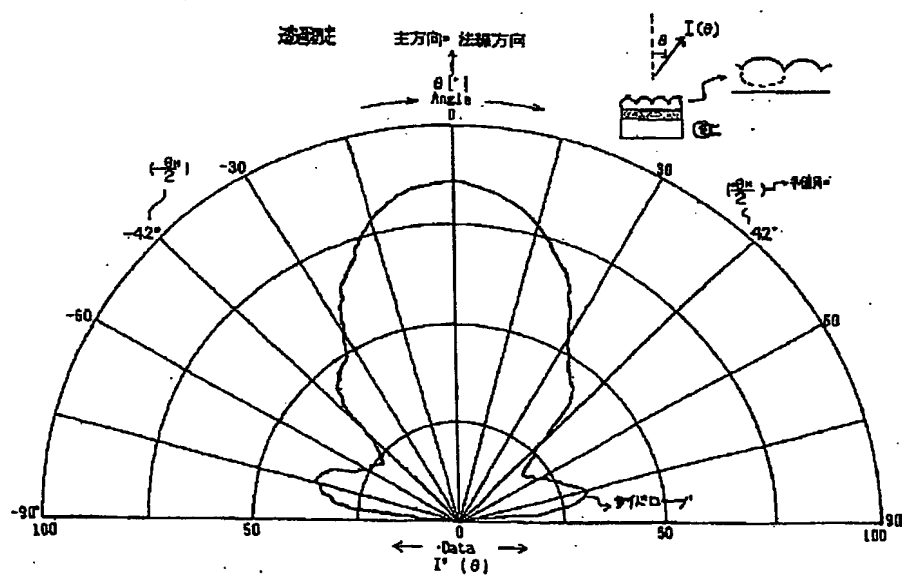


(47)

【図15】

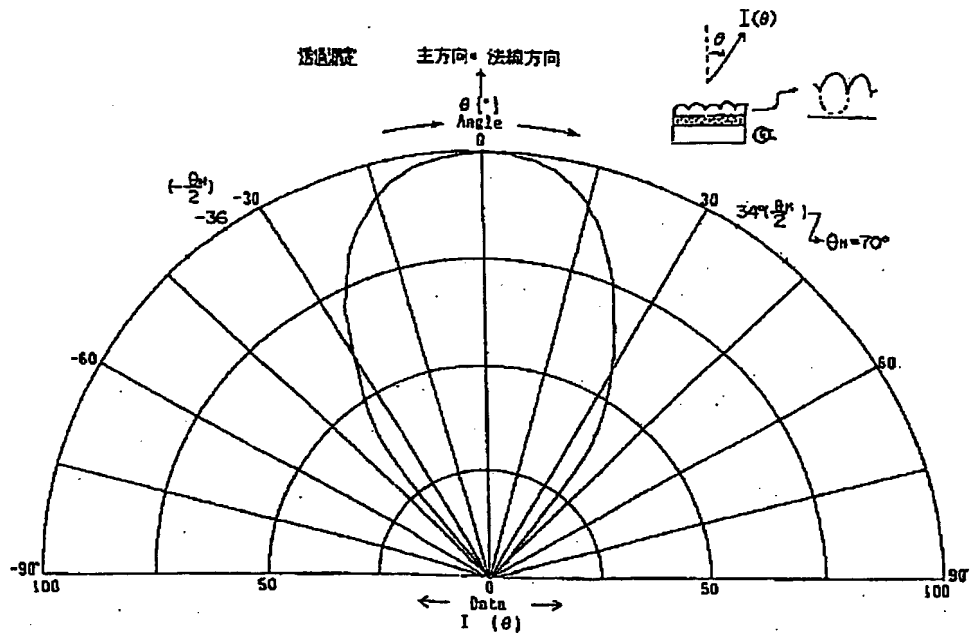


【図16】



(48)

【図 17】



【図 20】

